

# UNIVERSIDAD DE CUENCA



**FACULTAD DE FILOSOFIA LETRAS Y CIENCIAS DE LA  
EDUCACIÓN**

**CARRERA DE MATEMÁTICAS Y FÍSICA**

## **“VIDEOS TUTORIALES PARA LA BASE MATEMÁTICA DEL ELECTROMAGNETISMO DE LA CARRERA DE MATEMÁTICAS Y FÍSICA”**

**Trabajo de titulación previo a la  
obtención del título de Licenciado en  
Ciencias de la Educación en  
Matemáticas y Física**

**Autores:**

Luis Alberto Moscoso Moscoso

CI:0104704226

Omar Neptalí Sucuzhañay Guamán

CI:0301746350

**Tutora:**

Mgs. Carmen Eulalia Calle Palomeque

CI:0301166708

Cuenca-Ecuador

2017



## RESUMEN

El presente trabajo de titulación ha sido desarrollado como un refuerzo a la nivelación matemática de la asignatura electromagnetismo, la cual es de difícil comprensión por parte de los estudiantes. En tal virtud, se han creado videos tutoriales que fortalecen el estudio del análisis vectorial que contienen los temas básicos y necesarios explicados mediante propuestas creativas e innovadoras.

La serie de videos tutoriales contienen temas básicos y necesarios del Análisis Vectorial. Cabe recalcar que se escogió el video tutorial porque es una herramienta accesible y práctica que permite a cada uno la posibilidad de aprender a su ritmo y en cualquier lugar en el cual se sienta cómodo. Dichos videos fueron realizados de manera que tengan una secuencia apropiada para su estudio, además poseen explicaciones teóricas, deducciones de fórmulas y resoluciones de problemas elaborados paso a paso y a su vez apoyadas en gráficas computarizadas que facilitan la comprensión de los conceptos tales como: gradiente, divergencia, rotacional, integral de línea, superficie y volumen, entre otros. Para la elaboración de los videos se utilizó la propuesta de Vygotsky sobre la zona de desarrollo próximo generando un enfoque constructivista plasmado en los ejercicios anticipados y notas curiosas que complementan la explicación teórica de cada video.

**PALABRAS CLAVE:** VIDEOS TUTORIALES, ANÁLISIS VECTORIAL, ELECTROMAGNETISMO, ZONA DE DESARROLLO PRÓXIMO, VYGOTSKY.



## ABSTRACT

The present titling work has been developed as a reinforcement to the mathematical leveling of the subject electromagnetism, which is difficult for students to understand. Thus, videos have been created tutorials that strengthen the study of vector analysis that contain the basic and necessary themes explained through creative and innovative proposals. The series of video tutorials contain basic and necessary themes of Vector Analysis. It should be noted that the video tutorial was chosen because it is an accessible and practical tool that allows everyone to learn at their own pace and wherever they feel comfortable. These videos were made in such a way that they have an appropriate sequence for their study. They also have theoretical explanations, deductions of formulas and resolutions of problems elaborated step by step and in turn supported in computerized graphs that facilitate the understanding of the concepts such as: gradient, divergence, rotational, line integral, surface and volume, among others. For the elaboration of the videos, Vygotsky's proposal on the zone of proximal development was used generating a constructivist approach embodied in the anticipated exercises and curious notes that complement the theoretical explanation of each video.

**KEYWORDS:** TUTORIAL VIDEOS, VECTOR ANALYSIS, ELECTROMAGNETISM, ZONE OF PROXIMAL DEVELOPMENT, VYGOTSKY.



## ÍNDICE DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN.....	15
CAPÍTULO I.....	17
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA .....	17
1.1. La complejidad del Análisis Vectorial .....	17
1.2. Teoría de la Zona de Desarrollo Próximo de Vygotsky aplicado a la enseñanza de las Matemáticas.....	20
1.3. Videos tutoriales como estrategia metodológica .....	24
CAPITULO II .....	28
METODOLOGÍA, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESUTADOS .....	28
2.1. Introducción .....	28
2.2. Selección de la población.....	28
2.3. Metodología, técnica e instrumentos.....	28
2.4. Análisis e Interpretación de Resultados.....	30
2.5. Análisis de La Revisión Documental .....	38
CAPITULO III .....	43
PROPUESTA .....	43
3.1. Introducción a Los Vídeos Tutoriales Para La Base Matemática del Electromagnetismo De La Carrera De Matemáticas Y Física.....	43
3.2. Clases.....	45
CAPITULO IV .....	77
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	77
Conclusiones.....	77
Recomendaciones.....	78
BIBLIOGRAFÍA .....	79
ANEXOS .....	1





## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1. Opción de canal en YouTube propio de la Carrera .....</b>	<b>30</b>
<b>Tabla 2. Aceptación del uso de videos tutoriales para mejorar el aprendizaje.....</b>	<b>31</b>
<b>Tabla 3. Elementos sugeridos para incluir en el video .....</b>	<b>32</b>
<b>Tabla 4. Recursos que apoyan al Electromagnetismo.....</b>	<b>33</b>
<b>Tabla 5. Indicador de aprendizaje .....</b>	<b>34</b>
<b>Tabla 6. Medición del posible uso de Videos Tutoriales de Análisis Vectorial .....</b>	<b>35</b>
<b>Tabla 7. Análisis sobre las horas de nivelación matemática.....</b>	<b>36</b>
<b>Tabla 8. Nivel de aprendizaje del Electromagnetismo, mediante el uso de videos tutoriales.....</b>	<b>37</b>
<b>Tabla 9. Calificaciones Pertenecientes al Grupo A .....</b>	<b>38</b>
<b>Tabla 10. Calificaciones Pertenecientes al Grupo B .....</b>	<b>38</b>
<b>Tabla 11. Calificaciones Pertenecientes al Grupo C .....</b>	<b>38</b>
<b>Tabla 12. Calificaciones Pertenecientes al Grupo D .....</b>	<b>39</b>
<b>Tabla 13. Calificaciones Pertenecientes Aa Grupo E.....</b>	<b>39</b>
<b>Tabla 14. Calificaciones Pertenecientes al Grupo F.....</b>	<b>39</b>
<b>Tabla 15. Calificaciones Pertenecientes al Grupo G .....</b>	<b>39</b>
<b>Tabla 16. Promedio Final Octavo Ciclo .....</b>	<b>40</b>
<b>Tabla 17. Calificaciones Pertenecientes Al Grupo A.....</b>	<b>40</b>
<b>Tabla 18. Calificaciones Pertenecientes Al Grupo B.....</b>	<b>41</b>



<b>Tabla 19. Calificaciones Pertenecientes Al Grupo B.....</b>	<b>41</b>
--	-----------

<b>Tabla 20. Promedio Séptimo Ciclo.....</b>	<b>41</b>
--	-----------

<b>Tabla 21. Promedio Final Entre Octavo Y Séptimo Ciclo.....</b>	<b>42</b>
---	-----------

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1. Opción de canal en YouTube propio de la Carrera .....</b>	<b>30</b>
--	-----------

<b>Figura 2. Aceptación del uso de videos tutoriales para mejorar el aprendizaje.....</b>	<b>31</b>
---	-----------

<b>Figura 3. Elementos sugeridos para incluir en el video .....</b>	<b>32</b>
---	-----------

<b>Figura 4. Recursos que apoyan al Electromagnetismo .....</b>	<b>33</b>
---	-----------

<b>Figura 5. Indicador de aprendizaje .....</b>	<b>34</b>
---	-----------

<b>Figura 6. Medición del posible uso de Videos Tutoriales .....</b>	<b>35</b>
--	-----------

<b>Figura 7. Análisis sobre las horas de nivelación matemática .....</b>	<b>36</b>
--	-----------

<b>Figura 8 Nivel de aprendizaje del Electromagnetismo, mediante el uso de videos tutoriales.....</b>	<b>37</b>
---	-----------

<b>Figura 9 Promedio Calificaciones Octavo Ciclo .....</b>	<b>40</b>
--	-----------

<b>Figura 10. Promedio Calificaciones Séptimo Ciclo .....</b>	<b>41</b>
---	-----------

<b>Figura 11. Comparación entre los Promedios Finales de Octavo y Séptimo Ciclo .....</b>	<b>42</b>
---	-----------



### CLÁUSULA DE LICENCIA Y AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Omar Neptalí Sucuzhañay Guamán, en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación, "Videos Tutoriales para la Base Matemática del Electromagnetismo de la carrera de Matemáticas y Física", de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el Repositorio Institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 25 de octubre de 2017

Omar Neptalí Sucuzhañay Guamán

C.I: 0301746350



### CLÁUSULA DE LICENCIA Y AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Luis Alberto Moscoso Moscoso, en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación, "Videos Tutoriales para la Base Matemática del Electromagnetismo de la carrera de Matemáticas y Física", de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el Repositorio Institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 25 de octubre de 2017

Luis Alberto Moscoso Moscoso

C.I: 0104704226



### CLÁUSULA DE PROPIEDAD INTELECTUAL

Omar Neptalí Sucuzhañay Guamán, autor del Trabajo de Titulación "Videos Tutoriales para la Base Matemática del Electromagnetismo de la carrera de Matemáticas y Física", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en el presente trabajo son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Cuenca, 25 de octubre de 2017

Omar Neptalí Sucuzhañay Guamán

C.I: 0301746350



### CLÁUSULA DE PROPIEDAD INTELECTUAL

Luis Alberto Moscoso Moscoso, autor del Trabajo de Titulación "Videos Tutoriales para la Base Matemática del Electromagnetismo de la carrera de Matemáticas y Física", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en el presente trabajo de titulación son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Cuenca, 25 de octubre del 2017

Luis Alberto Moscoso Moscoso

C.I: 0104704226



## DEDICATORIA

Quiero dedicar este trabajo de titulación en primer lugar a mi esposa Kary, pilar fundamental en mi vida y motor en los momentos más felices y en los difíciles, aún más.

A mis padres, Benigno y Celia, que durante todo el tiempo de preparación académica me han brindado su apoyo y amor incondicional.

Finalmente dedico este trabajo a mis hermanos, sobrinos y amigos, que de una u otra manera han logrado darme ese empujón en el momento preciso.

Luis Moscoso (Cocho)



## DEDICATORIA

A mis amados padres. Sonia y Manuel, que me han apoyado incondicionalmente a lo largo de esta etapa de mi vida académica brindándome sus sabios consejos, y en especial a su amor que fue la motivación para terminar exitosamente esta carrera educativa.

A mis queridos hermanos Rubén y Alejandro que son parte fundamental de mi vida y quienes son mi ejemplo y motivación para lograr esta y futuras metas.

A mis familiares que son parte inseparable de mi corazón, pero en especial a mi tía Zoila por su apoyo y paciencia.

Finalmente, a mis amigos por estar conmigo en las buenas y las malas, haciendo más divertido este camino.

Omar Sucuzhañay





## AGRADECIMIENTOS

A Omar, que durante estos 4 años y medio me ha brindado su amistad y confianza sincera. Logrando así vencer todos los obstáculos y retos presentados en el día a día.

A mi compañera de vida, que con su ayuda logramos plasmar en videos las ideas y anhelos, en busca del conocimiento

A mi Tutora Eulalia Calle, por su ayuda y paciencia otorgada durante todo el proceso de elaboración de los videos tutoriales.

Finalmente agradezco a Marco Jácome y Oscar Webster con quienes, en pro de la educación, buscamos llegar al estudiante, y con su aporte audiovisual, dieron un toque más profesional y educativo a este proyecto.

Luis Moscoso (Cocho)



## AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mis más sinceros agradecimientos:

A mi compañero y sobre todo, mi amigo incondicional, Luis Moscoso (Cocho), con quien trabajamos hombro a hombro para culminar esta meta, superando todas las dificultades.

A la Magíster Eulalia Calle por sus consejos y ayuda durante la elaboración del trabajo de titulación.

A nuestro estimado y querido profesor Magíster Marco Jácome, quien comparte nuestra visión de nuevos proyectos académicos por su ayuda en la realización de los videos que forman parte del presente trabajo.

Omar Sucuzhañay



## INTRODUCCIÓN

Continuamente nos interesamos por mejorar la educación y brindar a nuestros alumnos las mejores alternativas para que puedan desarrollar potencialmente todas sus capacidades; por lo que los investigadores educacionales buscan analizar los factores que influyen en el rendimiento escolar; la mayoría concuerdan en sus investigaciones que el uso de la tecnología en el proceso enseñanza aprendizaje es lo que permitirá al estudiante prepararse para el futuro de ahí que el estudio planteado es Videos Tutoriales para la Base Matemática del Electromagnetismo de la carrera de Matemáticas y Física.

Este trabajo busca esbozar el estado de esta problemática a nivel local; específicamente en los estudiantes de la Carrera de Matemáticas y Física de la facultad de Filosofía, Letras y Ciencias de la Educación de la Universidad de Cuenca, matriculados en el Noveno, perteneciente al periodo Marzo-Julio del 2017 que hayan cursado la materia de Electromagnetismo; además se ha incluido a los estudiantes egresados y/o graduados de la Carrera de Matemáticas y Física, pertenecientes a la malla 2009, los cuales debido a esta malla han cursado la materia de Electromagnetismo; a fin de identificar si los videos inciden en el desempeño académico de las estudiantes, trabajo que puede servir como referente para la unidad educativa a fin de dar respuesta a esta realidad institucional.

El estudio fue realizado por medio de la aplicación del método Cuantitativo, el cual corresponde a un estudio comparativo, que utilizó como instrumento la aplicación de encuestas a estudiantes. Para ello se solicitó el registro de notas correspondientes a la Unidad Didáctica “Cálculo Vectorial”, perteneciente a la materia de Electromagnetismo, impartida por el docente Dr. Santiago Avecillas; cabe recalcar que se tomó en cuenta a los estudiantes de los últimos tres ciclos que han cursado esta materia.

Para el correcto estudio de la Física es necesario dominar conceptos básicos de las Matemáticas que se vaya a emplear, por ejemplo, para entender a cabalidad el Electromagnetismo es de vital importancia conocer ciertos temas



del Análisis Vectorial. Pero al ser una rama avanzada de las Matemáticas posee una alta complejidad en su comprensión, es por ello que es necesario proporcionar herramientas a los estudiantes que apoyen y mejoren su aprendizaje, recordando que actualmente vivimos en una sociedad siempre cambiante y por ende se debe hacer uso de recursos que se adapten a esas necesidades.

En el primer capítulo del trabajo de titulación se encuentra la sustentación teórica, donde se explica porque el análisis vectorial es de difícil comprensión por parte de los estudiantes y como mediante la propuesta de la zona de desarrollo próximo de Vygotsky se puede mejorar su enseñanza, además se explica porque se usó los videos tutoriales como estrategia metodológica.

Durante el segundo capítulo se menciona la metodología empleada, la misma que consta de una revisión documental a las notas de los ciclos que cursaron la materia de electromagnetismo y que evidencia un poco entendimiento del análisis vectorial, además de una encuesta realizada a los últimos estudiantes que aprobaron la dicha materia.

El tercer capítulo contiene la propuesta conformada por 11 clases que se pueden encontrar tanto en videos tutoriales como en folletos, siendo materiales complementarios para una correcta comprensión del análisis vectorial donde encontraran temas tales como: gradiente, divergencia, rotacional, integral de línea, integral de superficie entre otros temas del análisis vectorial.

Para concluir, se brinda un apoyo al análisis vectorial para un correcto estudio del electromagnetismo por parte de los estudiantes de la carrera de Matemáticas y Física de la Universidad de Cuenca, pero a su vez sirve como un curso sobre el análisis vectorial para cualquier persona que desee hacer uso del mismo.



## CAPÍTULO I

### FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

#### 1.1. La complejidad del Análisis Vectorial

Antes de hacer referencia a la complejidad del Análisis Vectorial primero se debe abordar, la dificultad de las Matemáticas como ciencia, considerada de carácter elitista debido a que todos pueden acceder a ellas, pero pocos son capaces de entenderlas, en algunos casos no comprenden ni la Aritmética básica estudiada durante los primeros años de educación, además las Matemáticas poseen un nivel más alto de abstracción que otras ciencias, pero no es el motivo por el cual esta disciplina es considerada difícil, sino una mala formación durante el aprendizaje de las Matemáticas en los estudiantes ocasiona que los mismos la odien y la teman (Prieto, 2010).

Se debe acotar que ese miedo y recelo repercute en la sociedad generando un nulo interés cuando se realizan nuevas investigaciones sobre Matemáticas, como por ejemplo en 1994 cuando se difundió la resolución del Teorema de Fermat, y nadie quiso saber o quiere saber de esos temas, porque no son llamativos; en contraparte, el caso de un descubrimiento de astronomía si produce curiosidad puesto que al descubrir una nueva estrella se obtienen fotografías que son interesantes y originan en los alumnos, una inclinación para estudiar dicho fenómeno e incluso dicha ciencia.

Anteriormente se mencionó una breve ejemplificación del por qué las Matemáticas son difíciles y los prejuicios producidos por una débil asimilación de conceptos durante sus estudios; ahora se abordará sobre una situación más compleja de esta asignatura: su nivel de abstracción; es así que según Tovar:

Las Matemáticas, al igual que la Física son asignaturas de alto nivel abstracto, que no deben memorizarse sino razonarse y, por desgracia, en la totalidad de los centros educativos, de los diferentes niveles escolares, dichas asignaturas se imparten induciendo, en los alumnos la memorización lo cual les impide que ellos mismos construyan su conocimiento. (Tovar, 2001, pág. 2)



Enfatizando en que las Matemáticas poseen un alto nivel de abstracción, a nivel de investigación, se buscan formas para facilitar el estudio de la misma; es así que varios autores proponen diferentes métodos matemáticos, como el caso de Hidalgo, Maroto & Palacios, que manifiesta:

En dicho método se establecen tres fases fundamentales e ineludibles; la abstracción, el desarrollo lógico-conectivo y la concreción o aplicabilidad. Abstraer es partir de algo concreto para prescindir de ello progresivamente hasta formar conceptos definidos por algunas de sus propiedades (perdida sucesiva de la realidad). (S Hidalgo, 2004, págs. 92-93)

La enseñanza de temas avanzados en las Matemáticas, requiere partir de los conceptos ya existentes (conocimientos previos), pero al tener dificultad por ser meras ideas propuesta por un matemático, el docente no puede concretar dichos temas, ocasionando que el estudiante no realice un correcto proceso de abstracción creando serios problemas durante su aprendizaje, siendo la causa más importante de la dificultad del aprendizaje de las Matemáticas, por lo tanto una alternativa de solución a este problema es el uso de Tics que nos ayudan a ejemplificar ideas matemáticas a través de software especializado. Continuando con el recorrido de las tres fases que se mencionó anteriormente, hará una breve recomendación a las dos fases restantes: Inculcar en los estudiantes un proceso lógico mediante la deducción de fórmulas realizadas por los mismos y donde el profesor solo sirva de guía evitando así el uso de la memorización, y enfatizar en la importancia que tienen las Matemáticas en nuestra sociedad a través de ejemplos contextualizados del uso de los conceptos matemáticos aplicados a la tecnología y a la construcción, entre otros.

Estas recomendaciones son unas pocas soluciones de las muchas que se pueden dar, pero siempre como docentes se debe tratar de resolver las dificultades de las tres fases debido a que están íntimamente ligadas, para lograr una correcta enseñanza de las Matemáticas y por consiguiente eliminar los prejuicios mencionados al comienzo de este punto del capítulo.

Hasta el momento se ha mencionado la dificultad de las Matemáticas como ciencia y desde el punto de su método matemático, pero ahora se centrará la



atención en su dificultad debido a los temas y el nivel de complejidad que posee, al avanzar en el estudio de la misma.

Para empezar, las Matemáticas parten de las 4 operaciones básicas enseñadas en los primeros años de Educación General Básica, saberes que todos poseemos y se considera como *nivel inicial* de las Matemáticas. Avanzando en dicho nivel, más adelante se presenta el desarrollo de la Aritmética e introducción al Álgebra, que se da durante los años de Básica Superior.

Al terminar el Bachillerato General Unificado los estudiantes poseen un cierto entendimiento del Álgebra e inicios del Cálculo, conocimientos pertenecientes al nivel medio de las Matemáticas. Después se debe llamar nivel avanzado a los temas que se estudian durante Pre-grado o universidad que consta del estudio del Cálculo Diferencial e Integral, Funciones de Varias Variables, Ecuaciones Diferenciales y Cálculo Vectorial. Por último, en el nivel superior de las Matemáticas están los temas como: Análisis Complejo, Cálculo de Variable Compleja, entre otras que son estudiados en Pos-grado y niveles de Doctorado.

Se evidencia así que mientras más se avanza en los niveles, mayor dificultad poseen los temas debido a los conceptos más complejos que se van introduciendo a medida que se avanza en el estudio de las Matemáticas, sumado a esto se observa un nivel de abstracción más alto, pues la parte concreta se vuelve solo ideas y sus representaciones no son del todo claras, como por ejemplo los números imaginarios, límites, campos vectoriales, etc.

Se debe recalcar que el Análisis Vectorial es una rama de las Matemáticas moderna, ya que “En 1881 Gibbs editó un libro privado, Elementos de Análisis Vectorial, para ayudar a sus estudiantes. Sus notas fueron desarrolladas por Edwin Wilson, y ambos publicaron un libro conjunto Análisis Vectorial en 1901”. (Stewart, 2008, pág. 290) Siendo estos libros el origen del Análisis Vectorial como una rama independiente de las Matemáticas, dando a deducir que la misma es más reciente que la Aritmética, el Álgebra e incluso más actual que el Cálculo cuyo primer libro vio la luz en el año de 1711 (Stewart, 2008).



Esto hace que el Análisis Vectorial contenga temas nuevos y complejos como el concepto de vector y por lo tanto también sus respectivas operaciones como producto punto y producto cruz por mencionar algunas; estas operaciones son conceptos básicos y necesarios para el aprendizaje del Análisis Vectorial. Además, existen operaciones propias del Cálculo, como lo son la diferenciación y la integración, que se combinan con vectores, originando conceptos llamados gradiente, divergente y rotacional, operaciones propias del Análisis Vectorial; éstas generan un aumento en el grado de complejidad y abstracción. Para finalizar la causa recientemente mencionada y el hecho de que el Análisis Vectorial esté dentro del nivel avanzado de las Matemáticas, invita a los docentes a que imparten estas asignaturas utilizando Tics y aplicando el constructivismo para lograr una correcta enseñanza, al obtener aprendizajes significativos.

## **1.2. Teoría de la Zona de Desarrollo Próximo de Vygotsky aplicado a la enseñanza de las Matemáticas**

El proceso de enseñanza aprendizaje puede ser fácil o complicado dependiendo de los diferentes factores que intervienen como son: la complejidad de la materia, la metodología empleada por el docente, entre otros. De los cuales en este punto se analizará la metodología constructivista que ayudará a la enseñanza del Análisis Vectorial, en específico, se mencionará la teoría de desarrollo próximo de Vygotsky.

Vygotsky en su teoría de la zona de desarrollo próximo, indica que existen dos niveles de desarrollo cognitivo: el “nivel de desarrollo real o actual donde el individuo puede trabajar por su propia cuenta ejercicios y competencias, y el nivel de desarrollo potencial” en el cual el individuo realiza ejercicios o competencias con la ayuda de su profesor o compañeros más capacitados. Es así que la zona de desarrollo próximo es la distancia entre el nivel real del individuo y el nivel de desarrollo potencial. Y por tanto el proceso de Enseñanza y Aprendizaje, (a partir de ahora se denominará E-A), debe realizarse en esa zona mediante técnicas que ayuden al individuo a pasar del nivel de desarrollo próximo al nivel de desarrollo real (D’Amore, 2004).





Para la aplicación de la teoría de Vygotsky, se procederá con la resolución de ejercicios. En tal virtud, debemos hacer distinción entre ejercicio y problema, nos dicen: Dentro de la didáctica de las Matemáticas es bien conocida la diferencia entre “ejercicio” y “problema”. De lo cual se define al “ejercicio” como la actividad que realiza el estudiante usando los conocimientos adquiridos, pero lo realiza de forma autónoma sin necesidad de usar su creatividad. En cambio, el “problema” es la actividad en el cual el estudiante además de utilizar los conocimientos previamente adquiridos, debe idear una solución creativa, no aprendida hasta el momento, con el fin de dar solución a la situación planteada por el profesor. (D’Amore, 2004)

A partir de este momento, nos apoyaremos en los videos tutoriales para la resolución de ejercicios y gracias a lo propuesto por D’Amore, se realizarán los denominados “ejercicios anticipados”, que contengan elementos ya conocidos por los estudiantes y hagan mención a los nuevos conocimientos que se van a estudiar, tomando en cuenta su complejidad tanto en su contenido como en la manera de plantearlo, ya que si su contenido está compuesto por temas muy complicados y además con un lenguaje y símbolos que no son familiares para el estudiante, éste lo asimilará más como una dificultad que como un ejercicio, pues al estar el contenido muy próximo a la zona efectiva y muy lejos de la zona potencial, crea en el estudiante efectos cognitivos nulos además de una desmotivación ante los nuevos temas; pero si al contrario, se plantean ejercicios que motiven al estudiante a resolverlos, generará que los contenidos estén en la zona potencial y muy cerca de la zona efectiva, derivando en el estudiante una mejor estimulación para resolver los ejercicios, generando así, mayor motivación para los nuevos contenidos que se le proporcionan en los videos de cada tema a tratar (D’Amore, 2004).

Además se sabe que la corriente del constructivismo se fundamenta en varias teorías sobre el proceso de E-A, entre las cuales está la teoría social de Vygotsky, pero también la teoría del desarrollo cognitivo de Piaget, que según Rodríguez, si existen diferencias notables entre la teoría de los dos autores, también existen similitudes que se pueden aprovechar para mejorar el proceso de E-A, buscando que el estudiante sea una parte activa dentro de su



educación y además alcance un aprendizaje significativo (Rodríguez, 1999, pág. 480).

Rodríguez indica: “La escuela no es meramente el escenario en que la educación y el desarrollo de los sujetos tienen lugar; la escuela es un sistema vivo, un auténtico ecosistema cultural cuyo propio desarrollo está entrelazado con el desarrollo del sujeto”. (Rodríguez, 1999, pág. 485) En consecuencia, si bien se adquieren conocimientos dentro de una institución educativa como la Universidad, el proceso de E-A no debe limitarse solo a ese ente y, como el ser humano está siempre en un continuo aprendizaje, -siendo la educación un proceso meramente social y continuo-, se debe ofrecer a los estudiantes recursos que complementen con esta educación fuera de la institución educativa, para lo cual los videos tutoriales se convierten en una opción muy fiable, pues ayudarán a los estudiantes a desarrollar un aprendizaje significativo.

Partiendo de las propuestas constructivistas de Vygotsky y de Piaget, se hará énfasis en los puntos que tienen en común, así como Rodríguez indica que los dos autores: “Coincidieron en la idea que el desarrollo cognoscitivo no es el resultado de la adquisición de respuestas sino de un proceso de construcción activa por parte del sujeto”. (Rodríguez, 1999, pág. 481)

Es decir, el estudiante debe ser parte activa del proceso de E-A en donde el docente se convierte en el guía, capaz de plantear para sus alumnos, actividades que desarrollen su aprendizaje significativo. Es importante, no confundir esta educación activa con una educación tradicionalista, por lo tanto si se hace mención a la misma, en donde el docente solo imparte clases e impone a resolver ejercicios y problemas sin tener en cuenta las necesidades y motivaciones de los estudiantes, se generarán vacíos en los temas y por ende poco aprendizaje significativo; mientras que, al basarse en las corrientes constructivistas, trabajando mediante el aprendizaje social y la zona de desarrollo próximo o bien al guiarse por el aprendizaje mediante estadios-transformaciones y desarrollo cognitivo de Piaget, se provocará en los estudiantes un verdadero aprendizaje.



En conclusión y en base a lo planteado por Rodríguez, las ideas pedagógicas tanto de Vygotsky y Piaget, ayudan a concebir una educación distinta a la tradicionalista. Es decir, generan una educación en donde el proceso E-A tiene sentido y significado tanto para el estudiante como para el docente, se basa en las necesidades y motivaciones de los estudiantes, en los medios educativos y se centran en la actividad del estudiante y lo convierten en sujeto activo (Rodríguez, 1999).

Para ello no solo se deben realizar las actividades sino también hablar de ellas, es decir mencionar al estudiante que se busca construir, cómo se lo va a construir y para qué se lo va a construir. Además, el docente debe tratar de conocer si logró o no los objetivos y si no se cumplió con lo preestablecido, buscar generar una retroalimentación rápida y oportuna, que evite producir vacíos en los contenidos.

En base a lo mencionado anteriormente y llevado al contexto de la propuesta, se podrá decir que los videos creados, se basan primeramente en generar en los estudiantes un proceso de E-A activo, en consecuencia no se les darán directamente las fórmulas sino que se buscará que el estudiante las deduzca de manera que sus conocimientos previos sufran una transformación y creen nuevos estados de aprendizaje como lo menciona Piaget; además al avanzar durante el curso, se propondrán ejercicios anticipados que harán que el estudiante alcance la zona efectiva en este caso mediante la ayuda de los videos, haciendo alusión a un aprendizaje social como lo menciona Vygotsky.

También debemos abordar el Análisis Vectorial desde un punto de vista tradicional, pues según Rodríguez del Río & Zuazua:

“Desde esta perspectiva y a la hora, por ejemplo, de realizar un listado de los conocimientos que el alumno habrá debido de adquirir a la hora de comenzar una carrera científica o técnica en nuestras Universidades conviene, en nuestra opinión, adoptar un punto de vista “conservador” puesto que estos competencias o conocimientos básicos son esencialmente los mismos de hace veinte años. Obviamente hemos de indicar que esta persistencia en los contenidos ha de ir acompañada de una adaptación en los modos de enseñar las Matemáticas que hagan que éstas se mantengan atractivas para los alumnos más capacitados e interesados, a la vez que se hacen más accesibles a la mayoría” (Rodríguez del Río, 2002)



Es decir, no podemos cambiar los conceptos matemáticos ya definidos por anteriores generaciones, por lo cual su enseñanza debe ser dada de manera directa y tradicionalista, más aún si hablamos de temas más complejos y abstractos como los son los temas del Análisis Vectorial, pero si podemos apoyar y mejorar el proceso de E-A con notas curiosas o ejercicios anticipados que son parte de la metodología constructivista y se mencionaron en anteriores párrafos.

Por último se proporcionarán evaluaciones basadas en la aplicabilidad de la base matemática, es decir enfocándose en el electromagnetismo por lo cual, si aprueba dichas actividades, se genera una motivación por seguir estudiando el curso de nivelación y al final de éste, también por seguir el curso de electromagnetismo y por el contrario si no aprueba dichas actividades evaluadoras que no siempre serán pruebas ya que se caería en lo tradicional, se genera en el estudiante una motivación para volver a estudiar los temas vistos al momento, por lo tanto, comprenderá el valor de dominar esos contenidos, y gracias a la facilidad que tiene este recurso le será una tarea fácil y sencilla, por lo cual en ambos casos se alcanzará un aprendizaje significativo

### **1.3. Videos tutoriales como estrategia metodológica**

En la actualidad al estar inmersos en una era digital, es obligación a nivel social el conocimiento y el “buen” uso de las nuevas tecnologías, como los son las aplicaciones de software y hardware que surgen día a día para mejorar y facilitar las actividades del ser humano, además en internet se puede encontrar cualquier situación relacionada a trabajo, familia, sociedad cultura, ambiente. etc. Las fuentes de información se expanden de una manera considerable generando un sin fin de herramientas de las cuales se pueden encontrar algunas que son lecciones educativas y permite desarrollarse como personas dentro de la competitividad que exige la sociedad moderna.

Los videos tutoriales son parte de estos recursos, pero ¿qué son realmente los videos tutoriales? Primero, un video es la grabación de imágenes en su mayoría en movimiento que permite reproducirla cuantas veces se requiera; por otro lado, un tutorial viene de la palabra tutor, que se define como guía o



ayuda para desarrollar varios temas; al unir estas dos modalidades, se consigue un video tutorial que tiene como intención, ser una guía de sistemas instructivos de auto aprendizaje.

Los videos tutoriales se han impuesto en los últimos tiempos, sobre todo en las nuevas generaciones, que están más relacionadas con el mundo de la conectividad. Es común en los estudiantes el ingreso diario a páginas como YouTube, donde encuentran multitud de videos. No es de extrañar que, aprovechando esta herramienta, se la convierta en una estrategia metodológica para el proceso de E-A, pues los jóvenes, al estar ya familiarizados con la plataforma, les resulta más atractiva esta forma de estudio que las estrategias tradicionales como estar sentados desarrollando conocimientos inducidos por un docente dentro de un aula por mencionar alguno. Además, los videos tutoriales tienen un plus ya que van dando la información de manera sencilla y breve.

Los tiempos cambian generando nuevas tecnologías a las cuales se debe adaptar y en especial como docente hay que formarse continuamente en búsqueda de innovaciones para desarrollar de mejor manera una clase y que sea más significativa para los estudiantes. El objetivo de los videos tutoriales como medio de enseñanza es generar estas innovaciones dentro del proceso educativo. Por lo cual, estos recursos deben darse de manera secuencial y lógica para ayudar en el proceso de abstracción de los temas que se desean enseñar. También, el éxito de este recurso está en su fácil búsqueda y su rápida difusión. Cabe recalcar que la mayoría de las innovaciones tecnológicas son llamativas solo por una temporada, es decir son como una ola, que llega a su punto más alto y se rompe, quiebra o abandona, sin embargo, en el tema de los videos tutoriales no sucede esto, debido a que sigue en auge ya que los mismos son utilizados en muchas academias en línea y carreras a distancia, además con la existencia de las webs gratuitas, se puede acceder a un sin fin de clases mediante esta herramienta.

A menudo, los estudiantes tienen complicaciones al momento de comprender las temáticas tratadas, pues muchas ideas no quedan bien



cimentadas. Asimismo, en un aula de clase, el ritmo de aprendizaje entre los estudiantes nunca será el mismo; es decir, algunos estudiantes aprenderán a ritmos diferentes, debido a que cada uno posee inteligencias múltiples, por lo tanto ¿qué pueden hacer las y los estudiantes que necesitan aprender a su propio ritmo?, pues utilizar los videos tutoriales. Esta estrategia es de gran ayuda para todo tipo de estudiantes y gracias al mismo, pueden ir al ritmo que cada estudiante necesita para adquirir los conocimientos, es decir si necesita parar, regresar o copiar, simplemente se detendrá la reproducción, y una vez reforzado el tema se continuará con la reproducción, y así sucesivamente; del mismo modo si el estudiante decide que tiene la disposición de saber más en ese instante puede generar búsquedas en la red que aporten conocimiento complementario, en consecuencia se mejora el proceso educativo de los alumnos que tienen mayores capacidades. Además, los videos están disponibles al alcance de los usuarios, si después de un tiempo necesita un refuerzo o recordar la información.

En el blog del profesor Xavier Giménez Font hace referencia sobre las clases magistrales, mencionando dos trabajos de estudio, uno de ellos de una publicación de una meta estudio y el otro del trabajo de S. Freeman, donde muestra como conclusiones:

1. Las calificaciones de los cursos basados en aprendizaje activo son un 6 % superiores a los cursos basados en clases magistrales;
2. El número de aprobados con aprendizaje activo es un 50 % superior a los aprobados mediante clases magistrales. (Giménez, 2014)

Las clases magistrales son parte de la enseñanza tradicional y explica los diferentes conceptos con la forma habitual, es decir: el profesor que está adelante expone mientras que los estudiantes atienden, y los conocimientos se adquieren por la explicación que imparte el docente, así pues, el alumno durante este proceso es un ente pasivo.

Actualmente se buscan nuevas formas de aprendizaje y se ahonda en el constructivismo, rompiendo las barreras entre la educación tradicional y la actual, que busca que el estudiante sea innovador y descubridor de sus propios conocimientos, que sea crítico, que utilice capacidades, destrezas valores y



actitudes a través del desarrollo de contenidos, métodos, procedimientos y actividades. Por lo cual estos videos tutoriales le dan oportunidad a desarrollar lo antes mencionado, dejando el estudiante de ser el elemento receptor y el profesor de solo impartir las clases.

No está demás, decir que la navegación por internet es común en la mayor parte de hogares; esta tecnología inició aproximadamente al final de los años noventa donde nuestros mayores usaban internet con fines empresariales y nosotros como ayuda en el estudio con sus paquetes básicos como *Encarta*, la diferencia es que hoy en día se puede acceder a la red desde cualquier aparato electrónico y ya no se tiene la necesidad de estar frente a una computadora que también limitaba el uso en muchos estratos sociales.

Los videos tutoriales como estrategia metodología están llamados a jugar un papel muy importante dentro del proceso de E-A, como material de autoaprendizaje. Deberá convertirse en un requisito necesario que el docente utilizará como herramienta educativa, con la cual se pueda mejorar la comprensión del Electromagnetismo en un alto número de estudiantes. En cada clase convendrá contar con uno o varios videos tutoriales que expliquen los elementos fundamentales de la base matemática para el Electromagnetismo y serán un recurso sobre el que se apoyen el resto de métodos didácticos.



## CAPITULO II

### METODOLOGÍA, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

#### 2.1. Introducción

En la actualidad la falta de planteamientos creativos en las mallas curriculares da como resultado falencias en las materias impartidas a nivel universitario, es por ello, que para la obtención de la Licenciatura en Ciencias de la Educación mención Matemáticas y Física, se han realizado videos tutoriales no solo como apoyo de la materia de Electromagnetismo sino también como instrumento de autoaprendizaje de la misma.

Para evidenciar nuestro problema planteado, se realizó una revisión documental y también un Test, que nos indicó el nivel de conocimientos de los estudiantes en dicha materia.

El análisis de los resultados conseguidos nos facilitó la fundamentación teórica y la ejecución de la propuesta del trabajo de titulación.

#### 2.2. Selección de la población

La población que se consideró para la realización de la presente investigación, fue conformada por los estudiantes de la Carrera de Matemáticas y Física de la facultad de Filosofía, Letras y Ciencias de la Educación de la Universidad de Cuenca, matriculados en el Noveno ciclo, perteneciente al periodo Marzo-Julio del 2017 que hayan cursado la materia de Electromagnetismo; además, se ha incluido a los estudiantes egresados y/o graduados de la Carrera de Matemáticas y Física, pertenecientes a la malla 2009. La revisión documental se realizó con el 100% de la población, y el test se realizó con él 100% de los estudiantes del Noveno Ciclo, que hayan cursado la materia de Electromagnetismo.

#### 2.3. Metodología, técnica e instrumentos

El estudio fue realizado por medio de la aplicación del método Cuantitativo, el cual, para ser aplicado en la investigación de campo, tuvo que basarse en la





Revisión Documental, debido a la cantidad limitada de estudiantes de la Carrera de Matemáticas y Física que han cursado la materia de Electromagnetismo.

El instrumento la aplicación es un “TEST” sobre la “Base Matemática para el Electromagnetismo”, el cual lo rindieron los estudiantes matriculados en el Octavo Ciclo, perteneciente al periodo Septiembre - febrero del 2017 que hayan cursado la materia de electromagnetismo. Para ello se ha solicitado el registro de notas correspondientes a la Unidad Didáctica “Cálculo Vectorial”, perteneciente a la materia de Electromagnetismo, impartida por el docente Dr. Santiago Avecillas. Es necesario recalcar que se tomó en cuenta a los estudiantes de los últimos tres ciclos, quienes habían cursado esta asignatura.

## 2.4. Análisis e Interpretación de Resultados

**PREGUNTA 1:** ¿Le gustaría contar con un canal propio en YouTube que perteneciera a la carrera de Matemáticas y Física que contenga vídeos que le ayuden a entender temas estudiados durante la carrera?

Tabla 1 Opción de canal en YouTube propio de la Carrera

CANAL PROPIO DE LA CARRERA	ACEPTACIÓN
SI	11
NO	0

Escuela de matemáticas y física

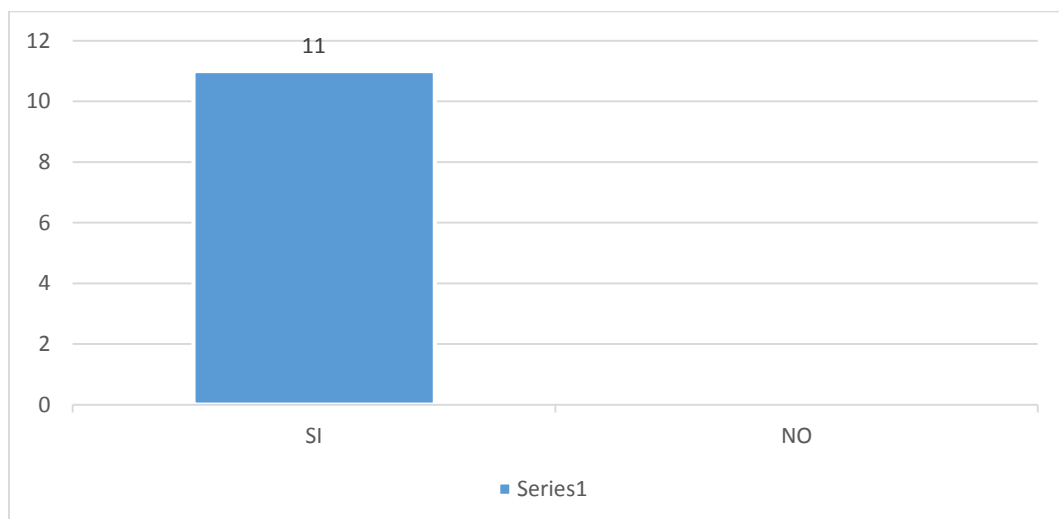


Figura 1. Opción de canal en YouTube propio de la Carrera (Fuente: propia)

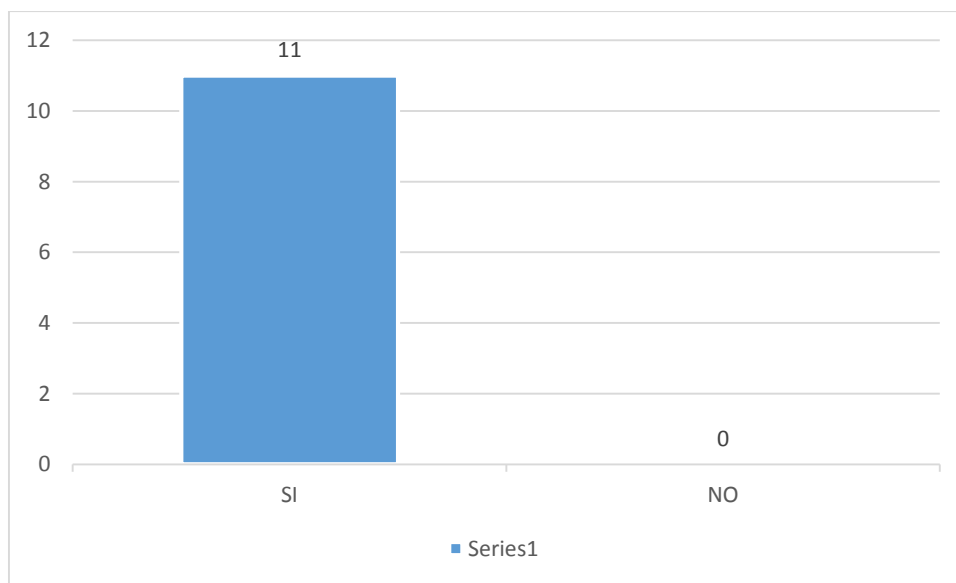
De los once estudiantes que cursaron la asignatura de Electromagnetismo, se aprecia que el 100% de ellos, desea poseer un canal propio de la carrera en la plataforma de YouTube, por lo cual se verifica la aplicabilidad de la propuesta.

**PREGUNTA 2:** Cree Ud. que los videos tutoriales son una herramienta de apoyo que sirve para mejorar el aprendizaje.

*Tabla 2. Aceptación del uso de videos tutoriales para mejorar el aprendizaje*

APOYO PARA MEJORAR EL APRENDIZAJE	ACEPTACIÓN
SI	11
NO	0

Escuela de matemáticas y física



*Figura 2. Aceptación del uso de videos tutoriales para mejorar el aprendizaje (Fuente: propia)*

En vista de los resultados, se considera que los videos tutoriales son una herramienta útil y necesaria en el proceso de enseñanza aprendizaje, ya que, debido a métodos tradicionalistas de educación, muchas veces, contenidos o conceptos no quedan bien definidos y comprendidos.

**PREGUNTA 3:** En la propuesta se realizará vídeos e instructivos como apoyo a la base matemática del Electromagnetismo, en los cuales encontrará clases dadas por dos estudiantes, gráficas tridimensionales hechas en computadora y ejercicios adicionales. ¿Qué otro elemento sugiere que se puede incluir?

Tabla 3. Elementos sugeridos para incluir en el video

ELEMENTOS PARA EL VIDEO	NÚMERO DE ESTUDIANTES
CONSULTAS EN LINEA	4
MAQUETA	2
APLICACIONES	2
VACIO	3

Escuela de matemáticas y física

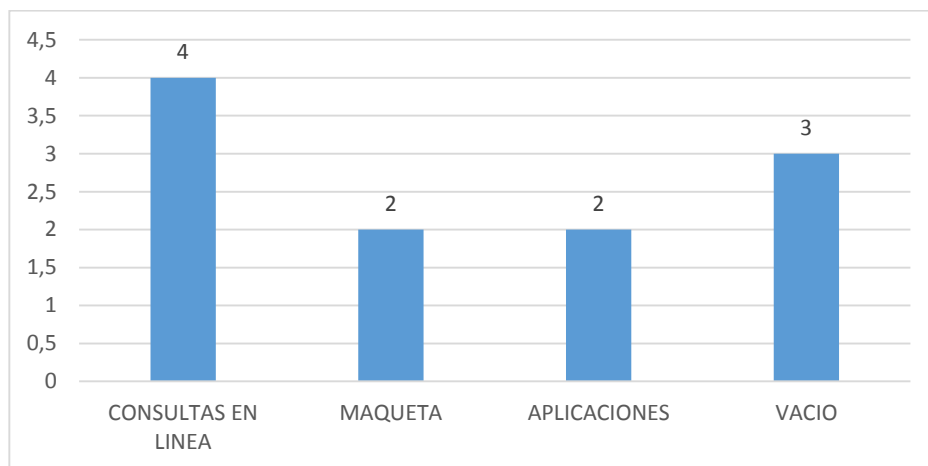


Figura 3. Elementos sugeridos para incluir en el video (Fuente: propia)

En base a los resultados se puede afirmar que la elección de consultas en línea, es la más sugerida, pero cabe recalcar que un video tutorial ya representa una consulta en línea, las maquetas forman parte de las animaciones en 3D, la parte que se tomará en cuenta será la aplicabilidad del Electromagnetismo en la vida cotidiana o profesional.

**PREGUNTA 4:** Además de su libro de Electromagnetismo. ¿Señale qué otros recursos, usted considera que lo apoyan en el aprendizaje del Análisis Vectorial? (Puede señalar más de una opción)

Tabla 4. Recursos que apoyan al Electromagnetismo

RECURSOS	TOTAL
DIAPPOSITIVAS	1
OTROS	1
VIDEOS	7
LIBROS ELECTRONICOS	7
GRAFICADORA ONLINE	7

Se puede seleccionar más de una opción

Escuela de matemáticas y física

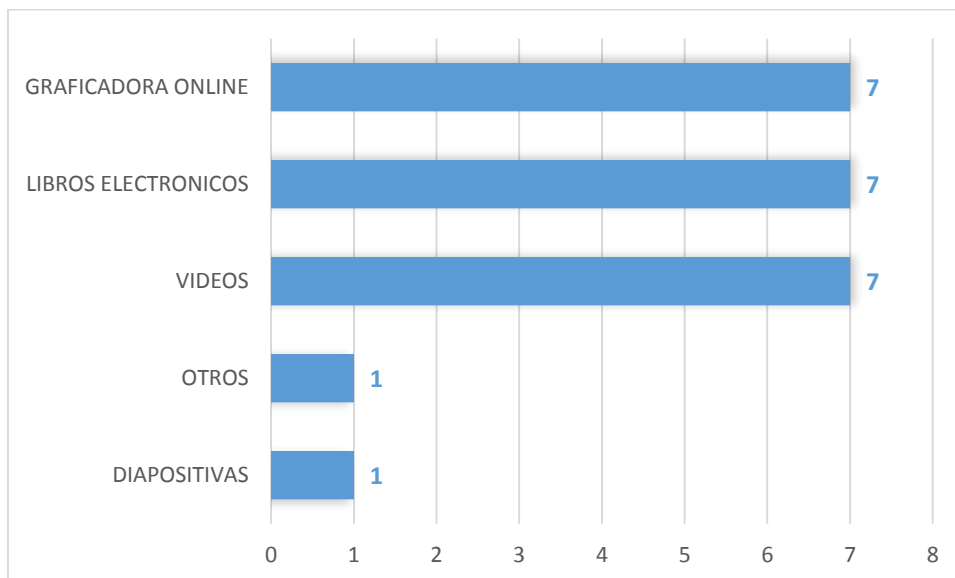


Figura 4. Recursos que apoyan al Electromagnetismo (Fuente: propia)

Los estudiantes optan por recursos tecnológicos como herramientas para reforzar sus estudios, y dentro de éstos, se ve que una de las opciones más escogidas son los videos tutoriales, por tal motivo se considera que su implementación para el Electromagnetismo, es viable.

**PREGUNTA 5:** ¿Cuánto cree que hubiera contribuido a su aprendizaje el contar con vídeos sobre el Análisis Vectorial y ejercicios adicionales aplicados al Electromagnetismo?

Tabla 5. Indicador de aprendizaje

NIVEL DE APRENDIZAJE	TOTAL
BASTANTE	8
POCO	2
MUY POCO	1
NADA	0

Escuela de matemáticas y física

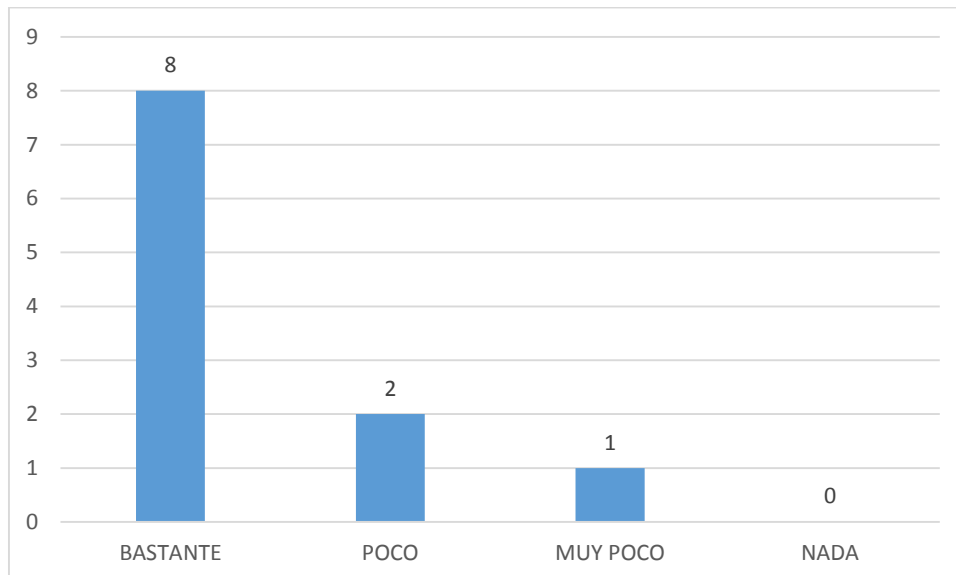


Figura 5. Indicador de aprendizaje (Fuente: propia)

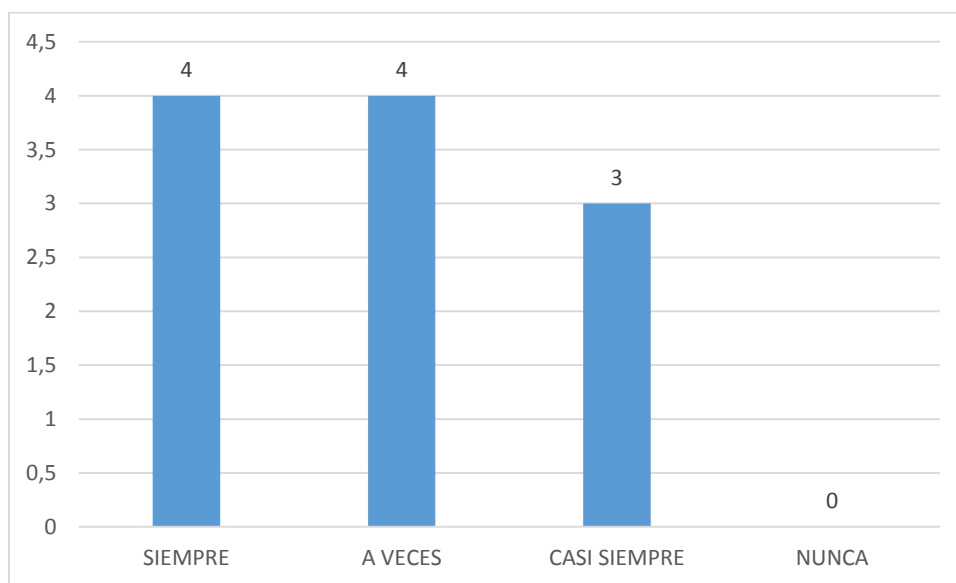
Los estudiantes consideran que el uso de Tic's, en especial el uso de videos tutoriales, mejoraría considerablemente el aprendizaje del Análisis Vectorial, por lo cual podemos apreciar que el uso de los videos será continuo y oportuno.

**PREGUNTA 6:** Si Ud. Hubiese tenido a su disposición vídeos del Análisis Vectorial que contengan gráficas hechas en computadora, ¿los hubiese consultado para mejorar su comprensión del Electromagnetismo?

*Tabla 6. Medición del posible uso de Videos Tutoriales de Análisis Vectorial*

MEDICIÓN DEL POSIBLE USO DE VIDEOS TUTORIALES	CANTIDAD
SIEMPRE	4
A VECES	4
CASI SIEMPRE	3
NUNCA	0

Escuela de matemáticas y física



*Figura 6. Medición del posible uso de Videos Tutoriales (Fuente: propia)*

El uso de los videos tutoriales, no sería la fuente primordial al momento de estudiar las gráficas, ya que el uso de videos tutoriales, se da más al momento de consultar el desarrollo de fórmulas y ejercicios; pero, de igual manera los videos aportarían refuerzo en la aplicación de resolución de problemas.

**PREGUNTA 7:** ¿Considera suficientes las horas clases destinadas a la nivelación matemática de la asignatura Electromagnetismo para entender por completo los temas del Análisis Vectorial?

Tabla 7. Análisis sobre las horas de nivelación matemática

DECISIÓN SOBRE LAS HORAS SUFICIENTES	CANTIDAD
SI	3
NO	8

Escuela de matemáticas y física

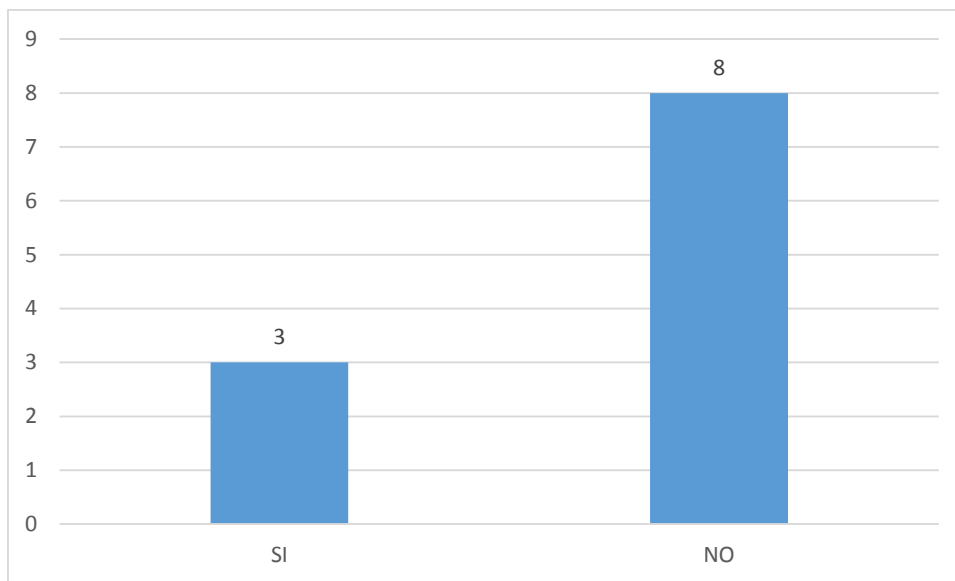


Figura 7 Análisis sobre las horas de nivelación matemática (Fuente: propia)

La carga horaria destinada para la nivelación matemática para el Electromagnetismo, no es suficiente, debido al amplio contenido no se abordan los temas a profundidad, por lo cual el estudiante mediante el uso de los videos podrá complementar y ampliar sus conocimientos.

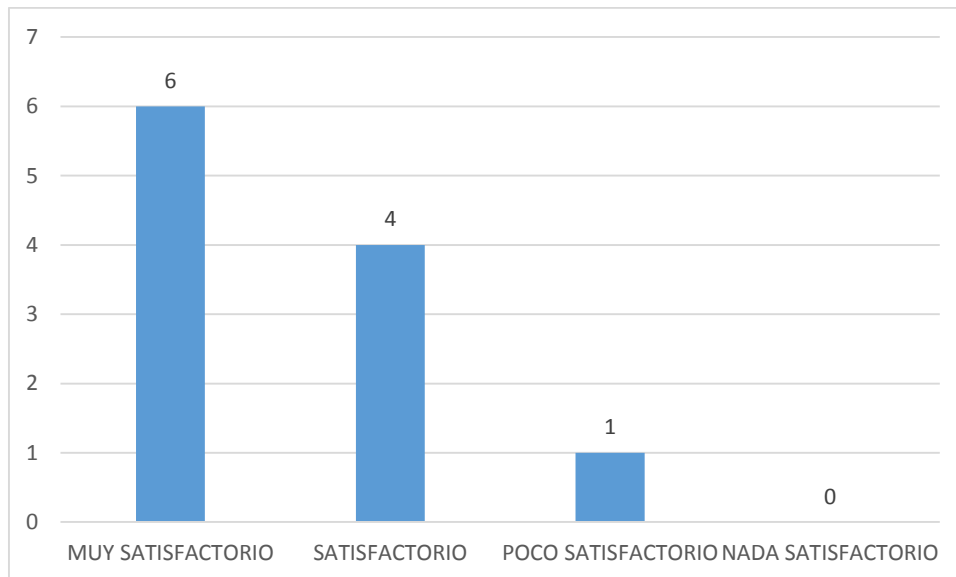


**PREGUNTA 8:** ¿Cuál hubiese sido su nivel de aprendizaje en la asignatura de Electromagnetismo, si hubiera contado con los recursos adecuados como videos tutoriales, que le permitan estudiar en su hogar u otro sitio diferente a la universidad?

*Tabla 8. Nivel de aprendizaje del Electromagnetismo, mediante el uso de videos tutoriales*

NIVEL APRENDIZAJE	NÚMERO DE ESTUDIANTES
MUY SATISFACTORIO	6
SATISFACTORIO	2
POCO SATISFACTORIO	1
NADA SATISFACTORIO	0

Escuela de matemáticas y física



*Figura 8 Nivel de aprendizaje del Electromagnetismo, mediante el uso de videos tutoriales (Fuente: propia)*

Los estudiantes consideran que, con el uso de videos tutoriales, el nivel de aprendizaje hubiese sido superior, mejorando así la experiencia educativa, con lo cual se puede afirmar que el uso y manejo de los videos será frecuente, y por ende la respuesta de los estudiantes será favorable.



## 2.5. Análisis de La Revisión Documental

La revisión documental será aplicada a las notas obtenidas en los dos últimos ciclos que aprobaron la asignatura de electromagnetismo. Dichas notas fueron entregadas por el Dr. Santiago Avecillas Jara y por lo tanto se mantendrá la identidad de los estudiantes en anonimato ya que lo importante es su análisis; por último, las notas analizadas en esta sección serán las obtenidas en las pruebas de la nivelación matemática pues corresponden a los temas del Análisis Vectorial ya que una prueba refleja con mayor precisión cuanto entendió el estudiante en determinado tema.

### Ciclo: Octavo

### Número de Grupos: 7

*Tabla 9. Calificaciones Pertenecientes al Grupo A*

	Cálculo Vectorial	Coordenadas Curvilíneas	Promedio
Estudiante 1	14	14	14
Estudiante 2	14	16	15
Estudiante 3	17	17	17
Estudiante 4	16	15	15,5
Promedio del Grupo			15,38

Escuela de matemáticas y física

*Tabla 10. Calificaciones Pertenecientes al Grupo B*

	Cálculo Vectorial	Coordenadas Curvilíneas	Promedio
Estudiante 1	9	15	12
Estudiante 2	18	19	18,5
Estudiante 3	17	19	18
Estudiante 4	14	19	16,5
Estudiante 5	19	17	18
Promedio del Grupo			16,6

Escuela de matemáticas y física

*Tabla 11. Calificaciones Pertenecientes al Grupo C*

	Cálculo Vectorial	Coordenadas Curvilíneas	Promedio
Estudiante 1	17	14	15,5
Estudiante 2	17	18	17,5
Estudiante 3	18	13	15,5
Estudiante 4	16	18	17
Promedio del Grupo			16,38

Tabla 12. Calificaciones Pertenecientes al Grupo D

	Cálculo Vectorial	Coordenadas Curvilíneas	Promedio
Estudiante 1	17	19	18
Estudiante 2	15	15	15
Estudiante 3	17	17	17
Estudiante 4	18	17	17,5
Estudiante 5	14	17	15,5
Promedio del Grupo			16,6

Escuela de matemáticas y física

Tabla 13. Calificaciones Pertenecientes Aa Grupo E

	Cálculo Vectorial	Coordenadas Curvilíneas	Promedio
Estudiante 1	17	18	17,5
Estudiante 2	13	13	13
Estudiante 3	15	15	15
Estudiante 4	16	18	17
Estudiante 5	15	15	15
Promedio del Grupo			15,5

Escuela de matemáticas y física

Tabla 14. Calificaciones Pertenecientes al Grupo F

	Cálculo Vectorial	Coordenadas Curvilíneas	Promedio
Estudiante 1	13	14	13,5
Estudiante 2	16	19	17,5
Estudiante 3	12	19	15,5
Estudiante 4	15	17	16
Estudiante 5	12	15	13,5
Promedio del Grupo			15,2

Escuela de matemáticas y física

Tabla 15. Calificaciones Pertenecientes al Grupo G

	Cálculo Vectorial	Coordenadas Curvilíneas	Promedio
Estudiante 1	16	17	16,5
Estudiante 2	13	8	10,5
Estudiante 3	14	18	16
Estudiante 4	13	15	14
Promedio del Grupo			14,25

Escuela de matemáticas y física



## PROMEDIO FINAL OCTAVO CICLO

Tabla 16. Promedio Final Octavo Ciclo

Grupo	Promedio
A	15,38
B	16,6
C	16,38
D	16,6
E	15,5
F	15,2
G	14,25
Promedio del Ciclo	15,7

Escuela de matemáticas y física

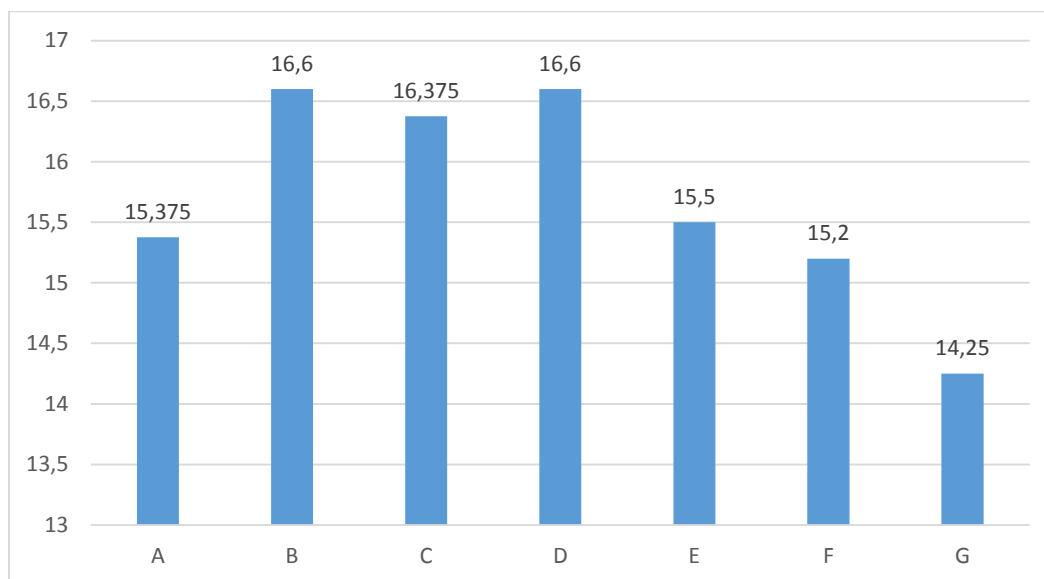


Figura 9 Promedio Calificaciones Octavo Ciclo (Fuente: propia)

## Ciclo: Séptimo

### Número de Grupos: 3

Tabla 17. Calificaciones Pertenecientes Al Grupo A

	Cálculo Vectorial	Coordenadas Curvilíneas	Promedio
Estudiante 1	17	17	17
Estudiante 2	11	9	10
Estudiante 3	11	14	12,5
Estudiante 4	19	12	15,5
Promedio del Grupo			13,75

Escuela de matemáticas y física

Tabla 18. Calificaciones Pertenecientes Al Grupo B

	Cálculo Vectorial	Coordenadas Curvilíneas	Promedio
Estudiante 1	16	18	17
Estudiante 2	13	11	12
Estudiante 3	14	10	12
Estudiante 4	20	20	20
Promedio del Grupo			15,25

Escuela de matemáticas y física

Tabla 19. Calificaciones Pertenecientes Al Grupo B

	Calculo Vectorial	Coordenadas Curvilíneas	Promedio
Estudiante 1	8	9	8,5
Estudiante 2	19	16	17,5
Estudiante 3	14	11	12,5
		Promedio del Grupo	12,83

Escuela de matemáticas y física

## PROMEDIO SÉPTIMO

Tabla 20. Promedio Séptimo Ciclo

Grupo	Promedio
A	13,75
B	15,25
C	12,83
Promedio del Ciclo	13,94

Escuela de matemáticas y física

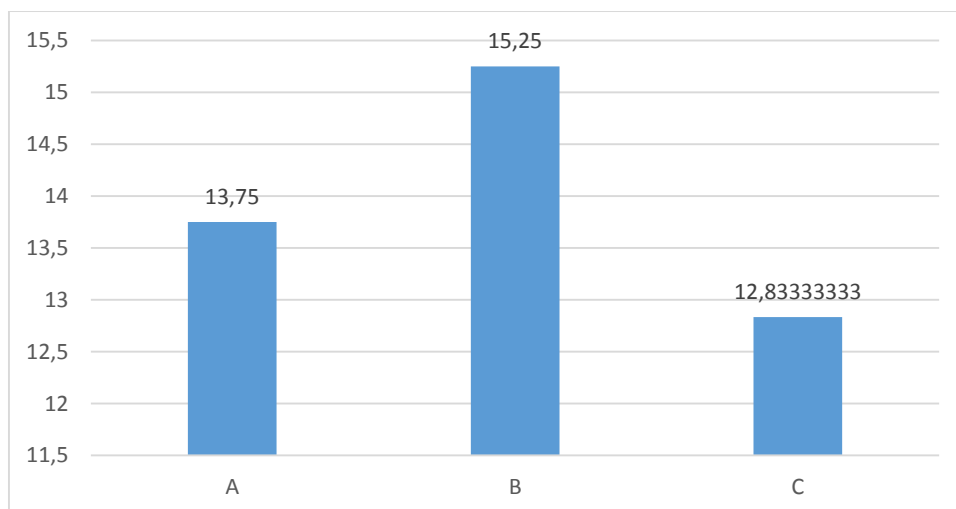


Figura 10. Promedio Calificaciones Séptimo Ciclo (Fuente: propia)

## PROMEDIO FINAL ENTRE OCTAVO Y SÉPTIMO

Tabla 21. Promedio Final Entre Octavo Y Séptimo Ciclo

Ciclo	Promedio
Octavo	15,7
Séptimo	13,94
Promedio Total	14,82

Escuela de matemáticas y física

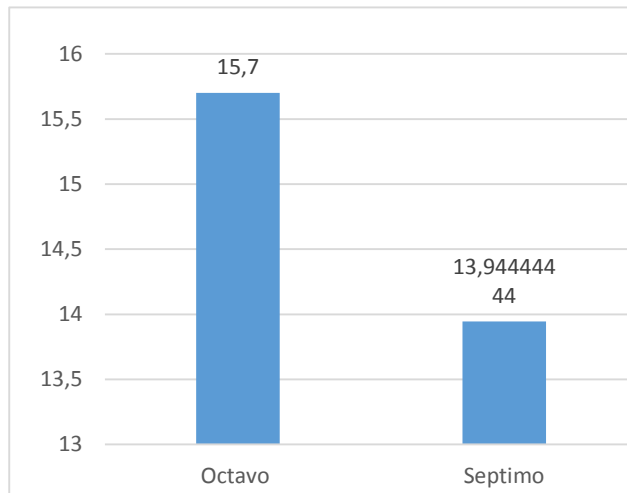


Figura 11. Comparación entre los Promedios Finales de Octavo y Séptimo Ciclo (Fuente: propia)

## CONCLUSIÓN

Como se puede observar en las tablas y gráficas, en especial en la última, el promedio obtenido en Análisis Vectorial es de 15 sobre 20, por lo que se podría generalizar que todos los estudiantes poseen un buen entendimiento del tema; pero, observando más a fondo este promedio, se debe a que pocos estudiantes obtuvieron calificaciones muy altas que ayudaron a mejorar el promedio global; sin embargo, la mayoría posee una nota de regular por lo que no se puede asegurar que hayan comprendido completamente el tema, dificultándose el estudio del electromagnetismo.



## CAPITULO III

### PROPUESTA

#### **3.1. Introducción a Los Vídeos Tutoriales Para La Base Matemática del Electromagnetismo De La Carrera De Matemáticas Y Física**

En la elaboración de la propuesta metodológica del presente trabajo de titulación se presentan 8 videos tutoriales que contienen temas del análisis vectorial que apoya a la base matemática del electromagnetismo, pues para tener un correcto entendimiento de la física se necesita tener un alto nivel de comprensión en las matemáticas que se requieran para su estudio, en el caso del electromagnetismo se necesita del Análisis Vectorial, por lo cual estos videos tutoriales son de utilidad para ayudar a mejorar la comprensión del electromagnetismo.

Los videos tutoriales van dirigidos a los estudiantes de la carrera de matemáticas y física de la Universidad de Cuenca que van a tomar la materia de electromagnetismo, por lo que debemos señalar que para dicha materia el Dr. Santiago Avecillas docente de esta carrera y que imparte la materia de electromagnetismo ha preparado un texto de apoyo para el estudiante en el cual incluye una pequeña nivelación matemática en los temas de Análisis Vectorial y que son necesarios para el estudio de esa física, por lo cual estos videos son un apoyo a esta nivelación matemática y los estudiantes interesados puedan mejorar su estudio del Análisis Vectorial y por ende un correcto estudio del electromagnetismo. Por otra parte, los videos serán colgados a la plataforma YouTube por lo que personas interesadas y que no sean estudiantes de la carrera antes mencionada pueden hacer uso de este breve, pero completo curso sobre Análisis Vectorial que les apoyara no solo para la materia de electromagnetismo sino también para estudios sobre matemáticas más avanzados.

También se incorpora al trabajo de titulación material complementario que apoya los videos tutoriales donde se encontraran definiciones, ejercicios resueltos y problemas complementarios, además se encontraran los enlaces de



los videos y archivos Pdf, para que los estudiantes interesados en hacer uso de la misma puedan hacer una rápida revisión de los temas que se van a tratar en los videos tutoriales.



## 3.2. Clases

## CLASE I

## SISTEMA DE COORDENADAS y COORDENADAS CURVILINEAS

- **¿Por qué se llama sistema cartesiano?**  
*En honor a su creador Rene Descartes*
- **¿Cuántos sistemas tridimensionales existen y cuáles son los más usados?**

*Existen varios sistemas de coordenadas, pero los más conocidos son: Sistema de Coordenadas Cartesianas, Sistema de Coordenadas Cilíndricas, Sistema de Coordenadas Esféricas*



**NOTA:** El Sistema Cartesiano fue utilizado de manera formal por primera vez por el matemático René Descartes, gracias a ello lleva el nombre de cartesiano, si en dicho sistema se usan solo dos ejes coordenados se llama Plano Cartesiano. Además, existen otros tipos de sistemas de referencias como lo son el Cilíndrico y el Esférico, por mencionar algunos de los muchos que existen, además tenemos la posibilidad de crear nuestro propio sistema de referencia.



RENÉ DESCARTES  
(1596-1650)

Tomado de: <https://filosofia.laguia2000.com/el-idealismo/descartes-rene-biografia>

**Teoría:**

Análisis Vectorial. - Llamado también Calculo Vectorial, es una rama independiente de las Matemáticas que se encarga del análisis real de los vectores en dos o más dimensiones, es muy útil en el estudio de la Física y especialmente en el electromagnetismo.

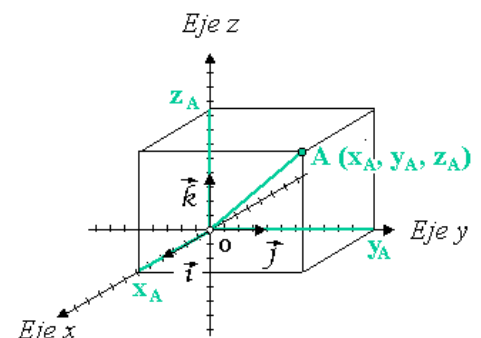
Sistema de referencia. - Es un sistema que usa cualquier tipo de coordenadas para ubicar de manera precisa la posición de un punto u objeto geométrico con respecto a una referencia que siempre se llama origen, para trabajar con sistemas de referencias es muy importante cuidar el orden de escritura de las coordenadas.

Sistemas de coordenadas ortogonales. - Son sistemas en los cuales sus ejes ordenados son perpendiculares entre sí.

Entre todos los sistemas de coordenadas ortogonales los más usados son: el sistema cartesiano, el sistema cilíndrico, el sistema esférico.

Coordenadas Cartesianas. - Posee tres ejes ordenados denominados X, Y, Z. Un punto P se ubica mediante las coordenadas (x, y, z).

Al momento de representar vectores dentro de un sistema de coordenadas usamos vectores unitarios o versores, y para el caso del sistema cartesiano tenemos los versores  $\vec{i}, \vec{j}, \vec{k}$  que son direcciones fijas pues solo indican el incremento de longitud que toma cada una de las coordenadas.



Un vector en coordenadas cartesianas se expresa de la siguiente forma:

$$\vec{F} = F_x \vec{i} + F_y \vec{j} + F_z \vec{k}$$

**Coordenadas Cilíndricas.-** Se compone de: Coordenada radial plano denotado por  $R$  o también por  $\rho$ , Coordenada Azimutal representado por  $\phi$  y sus valores van desde 0 a  $2\pi$ , y la Coordenada vertical o altura denotada por  $z$ . Donde la componente radial y la vertical son coordenadas lineales, es decir direcciones fijas, mientras que la componente azimutal es una variación, pues nos indica el ángulo que proyecta el radio en el plano XY.

Los versores para la coordenada radial es  $u_R$  o  $u_\rho$ , para la coordenada azimutal se llama arcoverSOR por ser una variación y se representa con  $u_\phi$  y para la componente vertical representamos con  $\vec{k}$ .

Un vector en coordenadas cilíndricas se expresa de la siguiente forma:

$$\vec{F} = F_R \vec{u}_R + F_\phi \vec{u}_\phi + F_z \vec{k}$$

**Coordenadas Esféricas.-** Se compone de: Coordenada radial espacial representado por  $r$ , Coordenada Senital denotado por  $\theta$  y sus valores van desde 0 a  $\pi$ , y la Coordenada Azimutal denotado por  $\phi$  y varía desde 0 a  $2\pi$ , donde  $r$  indica el incremento de las coordenadas, y la componente senital y azimutal son las variaciones de los ángulos.

Los versores en coordenadas esféricas son:  $u_r, u_\theta, u_\phi$  respectivamente donde las dos últimas son arcoverSORES.

Un vector en coordenadas esféricas se expresa de la siguiente forma:

$$\vec{F} = F_r \vec{u}_r + F_\theta \vec{u}_\theta + F_\phi \vec{u}_\phi$$

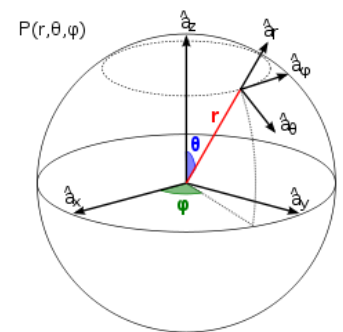
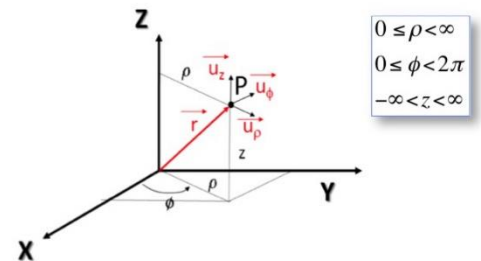
Para realizar transformaciones entre diferentes sistemas de coordenadas debemos usar las siguientes fórmulas de transformación:

$$\frac{\partial \vec{r}}{\partial u_1} = h_1 \vec{e}_1 ; \frac{\partial \vec{r}}{\partial u_2} = h_2 \vec{e}_2 ; \frac{\partial \vec{r}}{\partial u_3} = h_3 \vec{e}_3$$

Recordando que  $h_1, h_2$  y  $h_3$  son factores de escala, y se representa mediante las siguientes formulas:

$$h_1 = \left| \frac{\partial \vec{r}}{\partial u_1} \right| ; h_2 = \left| \frac{\partial \vec{r}}{\partial u_2} \right| ; h_3 = \left| \frac{\partial \vec{r}}{\partial u_3} \right|$$

### Coordenadas cilíndricas ( $\rho, \phi, z$ )





Al resolver estas operaciones para transformar las coordenadas, versores y arcoversores entre los tres sistemas de coordenadas antes mencionados, obtenemos las siguientes ecuaciones de transformación.

$$\begin{aligned}x &= r \operatorname{Sen} \theta \operatorname{Cos} \phi \\y &= r \operatorname{Sen} \theta \operatorname{Sen} \phi \\z &= r \operatorname{Cos} \theta\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}r &= \sqrt{x^2 + y^2 + z^2} \\ \theta &= \operatorname{Cos}^{-1} \frac{z}{\sqrt{x^2 + y^2 + z^2}} \\ \phi &= \operatorname{Tan}^{-1} \frac{y}{x}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\vec{i} &= \operatorname{Sen} \theta \operatorname{Cos} \phi \vec{u}_r + \operatorname{Cos} \theta \operatorname{Cos} \phi \vec{u}_\theta - \operatorname{Sen} \phi \vec{u}_\phi \\ \vec{j} &= \operatorname{Sen} \theta \operatorname{Sen} \phi \vec{u}_r + \operatorname{Cos} \theta \operatorname{Sen} \phi \vec{u}_\theta + \operatorname{Cos} \phi \vec{u}_\phi \\ \vec{k} &= \operatorname{Cos} \theta \vec{u}_r - \operatorname{Sen} \theta \vec{u}_\theta\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}u_r &= \frac{x}{\sqrt{x^2 + y^2 + z^2}} \vec{i} + \frac{y}{\sqrt{x^2 + y^2 + z^2}} \vec{j} + \frac{z}{\sqrt{x^2 + y^2 + z^2}} \vec{k} \\ u_\theta &= \frac{xz}{\sqrt{x^2 + y^2 + z^2} \sqrt{x^2 + y^2}} \vec{i} + \frac{yz}{\sqrt{x^2 + y^2 + z^2} \sqrt{x^2 + y^2}} \vec{j} - \frac{\sqrt{x^2 + y^2}}{\sqrt{x^2 + y^2 + z^2}} \vec{k} \\ u_\phi &= -\frac{y}{\sqrt{x^2 + y^2}} \vec{i} + \frac{x}{\sqrt{x^2 + y^2}} \vec{j}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}x &= R \operatorname{Cos} \phi \\ y &= R \operatorname{Sen} \phi \\ z &= z \\ R &= \sqrt{x^2 + y^2}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\phi &= \operatorname{Tan}^{-1} \frac{y}{x} \\ z &= z\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\vec{i} &= \operatorname{Cos} \phi \vec{u}_R - \operatorname{Sen} \phi \vec{u}_\phi \\ \vec{j} &= \operatorname{Sen} \phi \vec{u}_R + \operatorname{Cos} \phi \vec{u}_\phi \\ \vec{k} &= \vec{k} \\ u_R &= \frac{x}{\sqrt{x^2 + y^2}} \vec{i} + \frac{y}{\sqrt{x^2 + y^2}} \vec{j}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}u_\theta &= -\frac{y}{\sqrt{x^2 + y^2}} \vec{i} + \frac{x}{\sqrt{x^2 + y^2}} \vec{j} \\ \vec{k} &= \vec{k}\end{aligned}$$



### Ejercicios Resueltos

**1.- Si un punto en coordenadas esféricas es P (6,  $2\pi/3$ ,  $\pi$ ), encuentre el mismo punto en coordenadas cartesianas**

Recordemos las ecuaciones de transformación:

$$x = r \cos \theta \cos \phi$$

$$y = r \cos \theta \sin \phi$$

$$z = r \sin \theta$$

Reemplazando por los valores que nos da el ejercicio tenemos:

$$x = 6 * \cos(2\pi/3) * \cos(\pi) = -5,19$$

$$y = 6 * \cos(2\pi/3) * \sin(\pi) = 0$$

$$z = 6 * \sin(2\pi/3) = -3$$

Por lo tanto el punto P en coordenadas cartesianas es P (-5,19; 0; -3)

**2.- Una partícula se encuentra en el punto Q (3, 9, -2) encuentre su posición en coordenadas cilíndricas y esféricas.**

Comenzamos con las coordenadas cilíndricas cuyas ecuaciones de transformación son:

$$R = \sqrt{x^2 + y^2}$$

$$\phi = \tan^{-1} \frac{y}{x}$$

$$z = z$$

Reemplazando por los datos del problema tenemos:

$$R = \sqrt{3^2 + 9^2} = 9,49$$

$$\phi = \tan^{-1} \frac{9}{3} = 1,25$$

$$z = -2$$

Por lo cual Q en coordenadas cilíndricas es Q (9,49; 1,25; -2)

Las ecuaciones de transformación para coordenadas esféricas son:

$$r = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$$

$$\theta = \cos^{-1} \frac{z}{\sqrt{x^2 + y^2 + z^2}}$$

$$\phi = \tan^{-1} \frac{y}{x}$$

Reemplazamos por los datos del problema:

$$r = \sqrt{3^2 + 9^2 + (-2)^2} = 9,69$$

$$\theta = \cos^{-1} \frac{-2}{\sqrt{3^2 + 9^2 + (-2)^2}} = 1,78$$

$$\phi = \tan^{-1} \frac{9}{3} = 1,25$$

Por lo cual Q en coordenadas esféricas es Q (9,69; 1,78; 1,25)

**Ejercicios Propuestos:**

1.- Un punto R en coordenadas esféricas es R (8;  $\pi/2$ ; 0) encuentre el mismo punto en coordenadas cartesianas

2.- Un punto S en coordenadas cilíndricas es S (4;  $\pi/4$ ; -3) encuentre el mismo punto en coordenadas cartesianas y esféricas

3.- Una partícula se ubica en el punto A (6, 4, 9) encuentre su posición en coordenadas cilíndricas y esféricas.

**Respuestas:**

1.- R (8; 0; 0)

2.- S (2,82; 2,82; -3) y S (5; 2,21;  $\pi/4$ )

3.- A (7,2; 0,59; 9) y A (11,53; 0,68; 0,59)

**Autoevaluación.**

Nota	Teoría	Formulas	Ejercicios
0	No entiendo los conceptos planteados en la clase	No deduzco de donde se obtienen las formulas	No puedo resolver los ejercicios
1	Entiendo vagamente los conceptos de la clase	Solo deduzco las formulas mediante la guía del video	Sigo los pasos pero no obtengo las respuestas correctas
2	Entiendo completamente los conceptos de la clase	Deduzco por mi propia cuenta de donde provienen las formulas de la clase	Resuelvo correctamente los ejercicios
3	Entiendo completamente los conceptos de la clase y además se su utilidad en el electromagnetismo	Deduzco las formulas de la clase y además las comparo con las fórmulas utilizadas en el electromagnetismo	Resuelvo correctamente los ejercicios y además resuelvo problemas aplicados al electromagnetismo

**Resultados.**

**Nota:** A su resultado final súmele un punto si al final de la clase buscó información y ejercicios adicionales de fuentes físicas o sitios en internet.

**De 0 a 3.-** Repita todo el video y busque información adicional en la red

**De 3 a 6.-** Repita la parte que no entiende y busque información adicional en la red

**De 6 a 9.-** Pase al siguiente video pero refuerce las partes que no entiende con información adicional en la red.

**10.-** Felicitaciones, continúe así.

## CLASE II

## DIFERENCIALES DE VOLUMEN, SUPERFICIE Y DE LÍNEA

¿Cómo se llaman cada una de estas simbologías?

 $dx$ 
 $f'(x)$ 

La notación  $y'$  y  $f'(x)$ , para la derivada, fueron introducidas por Lagrange, mientras que las formas  $dy/dx$  o  $df/dx$  se deben a Leibniz.



**NOTA:** Se sabe que la Matemática surge por necesidades de la humanidad en sus comienzos, siendo las más importantes de estas el conocimiento de la longitud, superficie y volumen. Evolucionando con la humanidad hasta terminar en temas tales como: diferenciales de volumen, de superficie y de línea

TEORÍA

Para el estudio de las diferenciales de línea, superficie y volumen en los tres sistemas de coordenadas debemos recordar que un punto se puede expresar así:  $P(x, y, z)$ ,  $Q(R, \Phi, z)$  y  $R(r, \theta, \Phi)$  y al momento de incrementar cantidades infinitesimales el nuevo punto será:  $P'(x+dx, y+dy, z+dz)$ ,  $Q'(R+dR, \Phi+d\Phi, z+dz)$  y  $R'(r+dr, \theta+d\theta, \Phi+d\Phi)$  respectivamente y dependiente del diferencial que busquemos debemos aplicar las fórmulas de volumen, área y vector posición que necesitemos.

**Coordenadas Cartesianas.**

Fijémonos que se forma un paralelepípedo en específico un cubo formando por los incrementos  $dx$ ,  $dy$  y  $dz$  por lo que nuestro diferencial de volumen se obtendrá al aplicar la fórmula del volumen es decir lado por lado por lado y obtenemos:

$$dV = dzdydx$$

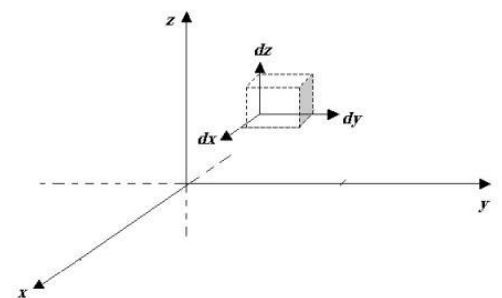
Para las diferenciales de superficie aplicamos la fórmula del área es decir lado por lado, para cada una de las caras obteniendo:

$$d\vec{S} = \pm dx dy \vec{k}$$

$$d\vec{S} = \pm dx dz \vec{j}$$

$$d\vec{S} = \pm dy dz \vec{i}$$

Recordando que el área es un vector y su dirección se obtiene aplicando la ley de la mano derecha



Por último, el diferencial de línea se obtiene uniendo el punto inicial P con el punto final P' por lo cual su expresión es:

$$d\vec{l} = dx\vec{i} + dy\vec{j} + dz\vec{k}$$

### Coordenadas Cilíndricas

El procedimiento para la obtención de las diferenciales de línea, superficie y volumen es muy similar al realizado en coordenadas cartesianas debido a que incrementamos cantidades infinitesimales y se puede seguir considerando como un paralelepípedo, solo ten presente que un lado es una curva y su longitud se obtiene mediante la fórmula de longitud del arco de circunferencia, es decir radio por el ángulo que lo subtiende, por lo cual nuestros diferenciales serán:

Diferencial de volumen:

$$dV = R dR d\phi dz$$

Diferencial de Superficie:

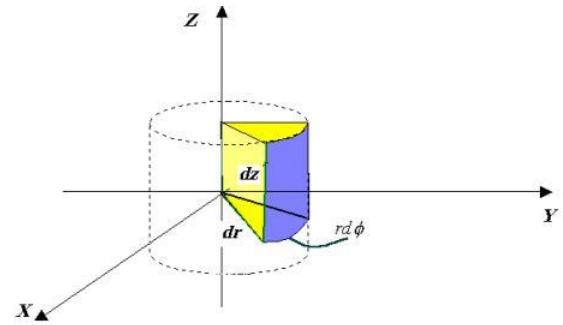
$$d\vec{S} = \pm R d\phi dz \vec{u}_R$$

$$d\vec{S} = \pm dR dz \vec{u}_\phi$$

$$d\vec{S} = \pm R dR d\phi \vec{k}$$

Diferencial de Línea:

$$d\vec{l} = dR \vec{u}_R + R d\phi \vec{u}_\phi + dz \vec{k}$$



### Coordenadas Esféricas

El procedimiento es similar ya que seguimos considerándolo como un paralelepípedo, pero para esta ocasión tenemos dos lados curvos donde debemos calcular su longitud con la fórmula de arco de circunferencia, así obtenemos los siguientes diferenciales:

Diferencial de Volumen:

$$dV = r^2 \sin \theta dr d\theta d\phi$$

Diferencial de Superficie:

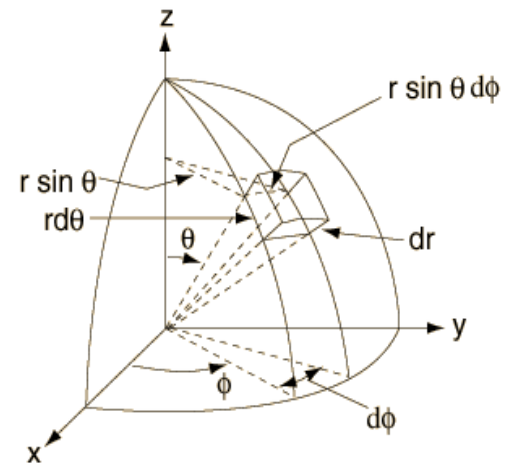
$$d\vec{S} = \pm r^2 \sin \theta d\theta d\phi \vec{u}_r$$

$$d\vec{S} = \pm r^2 \sin \theta dr d\phi \vec{u}_\theta$$

$$d\vec{S} = \pm r dr d\theta \vec{u}_\phi$$

Diferencial de Línea:

$$d\vec{l} = dr \vec{u}_r + r d\theta \vec{u}_\theta + r \sin \theta d\phi \vec{u}_\phi$$



Para finalizar vamos a ver la diferenciación vectorial y no debemos confundir con lo que son las diferenciales de línea, superficie y volumen.

La diferenciación vectorial es similar a la diferenciación que se vio durante el curso de cálculo diferencial, pero solo debes tener en cuenta que también debemos derivar los vectores unitarios recordando que en la clase anterior vimos que  $\vec{i}, \vec{j}, \vec{k}$  son direcciones fijas y por lo tanto su derivada es cero, es decir:



$$\frac{d\vec{i}}{dt} = 0; \frac{d\vec{j}}{dt} = 0; \frac{d\vec{k}}{dt} = 0$$

Los restantes vectores unitarios son variaciones, por lo cual sus derivadas se dan en las siguientes expresiones:

$$\frac{d\vec{u}_R}{dt} = \dot{\phi}\vec{u}_\phi; \frac{d\vec{u}_\phi}{dt} = -\dot{\phi}\vec{u}_R; \frac{d\vec{u}_r}{dt} = \dot{\phi}\sin\theta\vec{u}_\phi + \dot{\theta}\vec{u}_\theta; \frac{d\vec{u}_\theta}{dt} = \dot{\phi}\cos\theta\vec{u}_\phi - \dot{\theta}\vec{u}_r;$$

$$\frac{d\vec{u}_\phi}{dt} = -\dot{\phi}\sin\theta\vec{u}_r - \dot{\phi}\cos\theta\vec{u}_\theta$$

La cuales se obtienen de aplicar el concepto de derivada pero ahora con funciones vectoriales, es decir  $\frac{d\vec{R}}{dx} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\vec{R}(t+\Delta t) - \vec{R}(t)}{\Delta t}$  para cada situación.

### Ejercicios resueltos

**1.- Calcular el aumento del volumen de un cubo de 30 cm de lado, sabiendo que esa dimensión aumenta 0,65 cm.**

Aplicando la

$$V = x^3 \quad (\text{Derivando})$$

$$dV = 3x^2 dx \quad (\text{Sustituyendo } x=30 \text{ y } dx=0.65)$$

$$dV = 3(30)^2 * 0.65$$

$$dV = 1.755 \text{ cm}^3$$

**2.- Halle las derivadas parciales de la función Vectorial**

$$\vec{F} = x^2 * \cos(y) \vec{i} + 3y * \sin(z) \vec{j} + e^z \vec{k}$$

Realizando las derivadas con respecto a cada variable tenemos:

$$\frac{\partial \vec{F}}{\partial x} = 2x * \cos(y) \vec{i}$$

$$\frac{\partial \vec{F}}{\partial y} = -x^2 * \sin(y) \vec{i} + 3 * \sin(z) \vec{j}$$

$$\frac{\partial \vec{F}}{\partial z} = 3y * \cos(z) \vec{j} + e^z \vec{k}$$

### Ejercicios propuestos

**1.- Hallar el área de una porción de cascara cilíndrica de R=5 m**

**comprendida entre  $\{\frac{\pi}{8} \leq \phi \leq \frac{\pi}{6}\}$  y  $\{2 \leq z \leq 4\}$**

**2.- Hallar el volumen de un sólido comprendido entre  $\{2 \leq r \leq 5\}$ ,  $\{\frac{\pi}{3} \leq \theta \leq \pi\}$  y  $\{\frac{\pi}{5} \leq \phi \leq \frac{\pi}{2}\}$**

**3.- Encuentre las derivadas parciales de la función vectorial**

$$\vec{R} = 4 * \sin(y^2) \vec{i} + y^3 * \cos(z^3) \vec{j} + e^{6z} \vec{k}$$

**Respuestas:**

$$1.- \frac{25\pi}{12} \text{ m}^2$$

$$2.- \frac{351\pi}{20} \text{ u}^3$$





$$3.- \frac{\partial \vec{F}}{\partial x} = 0; \frac{\partial \vec{F}}{\partial x} = 8y * \cos(y^2) \vec{i} + 3y^2 * \cos(z^3) \vec{j};$$

$$\frac{\partial \vec{F}}{\partial x} = -3y^3 z^2 * \sin(z^2) \vec{j} + 6e^z \vec{k}$$

### Autoevaluación.

Nota	Teoría	Formulas	Ejercicios
0	No entiendo los conceptos planteados en la clase	No deduzco de donde se obtienen las formulas	No puedo resolver los ejercicios
1	Entiendo vagamente los conceptos de la clase	Solo deduzco las formulas mediante la guía del video	Sigo los pasos pero no obtengo las respuestas correctas
2	Entiendo completamente los conceptos de la clase	Deduzco por mi propia cuenta de donde provienen las formulas de la clase	Resuelvo correctamente los ejercicios
3	Entiendo completamente los conceptos de la clase y además se su utilidad en el electromagnetismo	Deduzco las formulas de la clase y además las comparo con las fórmulas utilizadas en el electromagnetismo	Resuelvo correctamente los ejercicios y además resuelvo problemas aplicados al electromagnetismo

### Resultados.

**Nota:** A su resultado final súmele un punto si al final de la clase buscó información y ejercicios adicionales de fuentes físicas o sitios en internet.

**De 0 a 3.-** Repita todo el video y busque información adicional en la red

**De 3 a 6.-** Repita la parte que no entiende y busque información adicional en la red

**De 6 a 9.-** Pase al siguiente video pero refuerce las partes que no entiende con información adicional en la red.

**10.-** Felicitaciones, continúe así.

## CLASE III

## GRADIENTE

## ¿Qué es una derivada parcial?

La derivada parcial es la derivada respecto a cada una de esas variables manteniendo las otras como constantes

¿Qué significa el operador nabra ( $\nabla$ )?

**NOTA:** Nabra proviene del griego y significa arpa, por su parecido a dicho instrumento musical. El operador Nabra fue utilizado por primera vez por el matemático Hamilton para expresar un operador diferencial, es usado para representar gradiente ( $\nabla$ ) divergencia ( $\nabla \cdot f$ ) rotacional ( $\nabla \times f$ ), se expresa mediante:

$$\nabla = \hat{x} \frac{\partial}{\partial x} + \hat{y} \frac{\partial}{\partial y} + \hat{z} \frac{\partial}{\partial z}.$$

**Teoría:**

**Gradiente.** - El gradiente es una operación vectorial, que opera sobre una función escalar, y al efectuar dicha operación en determinado punto de dicha función obtenemos un vector cuya magnitud es la máxima razón de cambio de la función

En coordenadas rectangulares el gradiente de la función  $f(x,y,z)$  es:

$$\vec{\nabla} f = \frac{df}{dx} \vec{i} + \frac{df}{dy} \vec{j} + \frac{df}{dz} \vec{k}$$

En coordenadas cilíndricas la expresión del gradiente es:

$$\vec{\nabla} f = \frac{df}{dR} \vec{u}_R + \frac{1}{R} \frac{df}{d\phi} \vec{u}_\phi + \frac{df}{dz} \vec{k}$$

En coordenadas esféricas la expresión del gradiente es:

$$\vec{\nabla} f = \frac{df}{dr} \vec{u}_r + \frac{1}{r} \frac{df}{d\theta} \vec{u}_\theta + \frac{1}{r \sin \theta} \frac{df}{d\phi} \vec{u}_\phi$$

**Recuerda:** Un operador vectorial sumamente útil en diversas disciplinas es el operador diferencial nabra  $\nabla$ , este operador puede operar sobre funciones escalares o funciones vectoriales dependiendo del caso que trabajamos.



**Aplicación en el electromagnetismo:** En el electromagnetismo es importante la operación gradiente ya que nos ayuda a relacionar la intensidad de campo y su potencial, mediante la expresión:

$$\vec{E} = -\vec{\nabla} V$$

### Ejercicios resueltos

**1.- Dado el campo escalar  $A = e^x \text{sen}(y) + e^y \text{sen}(z)$  Hallar la gradiente en el punto P(3,1,1)**

Primero debemos proceder a encontrar las derivadas parciales con respecto a cada variable, por lo tanto

$$\frac{\partial A}{\partial x} = e^x \text{sen}(y)$$

$$\frac{\partial A}{\partial y} = e^x \cos(y) + e^y \text{sen}(z)$$

$$\frac{\partial A}{\partial z} = e^y \cos(z)$$

Aplicamos estas derivadas en la fórmula de gradiente

$$\vec{\nabla} U = \frac{\partial U}{\partial x} \vec{i} + \frac{\partial U}{\partial y} \vec{j} + \frac{\partial U}{\partial z} \vec{k} = e^x \text{sen}(y) \vec{i} + [e^x \cos(y) + e^y \text{sen}(z)] \vec{j} + e^y \cos(z) \vec{k}$$

Evaluamos para el punto P (3,1,1)

$$\vec{\nabla} U = e^3 \text{sen}(1) \vec{i} + [e^1 \cos(1) + e^1 \text{sen}(1)] \vec{j} + e^1 \cos(1) \vec{k}$$

$$\vec{\nabla} U = 0,35 \vec{i} + 2,77 \vec{j} + 2,72 \vec{k}$$

Por lo tanto el vector gradiente de la función  $A = e^x \text{sen}(y) + e^y \text{sen}(z)$  en el punto P (3,1,1) es el vector:

$$\vec{\nabla} U = 0,35 \vec{i} + 2,77 \vec{j} + 2,72 \vec{k}$$

**2.-Encuentre la intensidad del campo en una región si se sabe que el potencial eléctrico en la misma región está dado por  $V = \frac{\text{sen}(\theta) \cos(\phi)}{r}$**

Primero debemos encontrar las derivadas parciales de dicha función:

$$\frac{\partial V}{\partial r} = - \frac{\text{sen}(\theta) \cos(\phi)}{r^2}$$

$$\frac{\partial V}{\partial \theta} = \frac{\cos(\theta) \cos(\phi)}{r^2}$$

$$\frac{\partial V}{\partial \phi} = - \frac{\text{sen}(\theta) \text{sen}(\phi)}{r}$$

Al aplicar estas derivadas en la fórmula del gradiente tenemos:

$$\vec{\nabla} V = \frac{dV}{dr} \vec{u}_r + \frac{1}{r} \frac{dV}{d\theta} \vec{u}_\theta + \frac{1}{r \text{sen} \theta} \frac{dV}{d\phi} \vec{u}_\phi$$

$$\vec{\nabla} V = - \frac{\text{sen}(\theta) \cos(\phi)}{r^2} \vec{u}_r + \frac{1}{r} \left[ \frac{\cos(\theta) \cos(\phi)}{r^2} \right] \vec{u}_\theta + \frac{1}{r \text{sen} \theta} \left[ - \frac{\text{sen}(\theta) \text{sen}(\phi)}{r} \right] \vec{u}_\phi$$



$$\vec{\nabla}V = -\frac{\sin(\theta)\cos(\phi)}{r^2}\vec{u}_r + \frac{\cos(\theta)\cos(\phi)}{r^3}\vec{u}_\theta - \frac{\sin(\phi)}{r^2}\vec{u}_\phi$$

Por lo cual la intensidad de campo es:

$$\vec{\nabla}V = \left[ -\frac{\sin(\theta)\cos(\phi)}{r^2}\vec{u}_r + \frac{\cos(\theta)\cos(\phi)}{r^3}\vec{u}_\theta - \frac{\sin(\phi)}{r^2}\vec{u}_\phi \right] V/m$$

### Ejercicios propuestos

1.- Halle la gradiente del campo escalar  $B = 16xy + 8x^2e^z$

2.- Halle la gradiente del campo escalar  $C = R^2z * \sin(\phi)$  en el punto Q (4,  $\pi/2$ , 8)

3.- Halle la intensidad de campo de una región si se sabe que en dicha región su potencial está dado por la  $V = 7e^x \sin(z) - 15\cos(y)$

**Respuestas:**

1.-  $\vec{\nabla}B = (16y + 16xe^z)\vec{i} + 16x\vec{j} + 8x^2e^z\vec{k}$

2.-  $\vec{\nabla}B = 64\vec{u}_R + 16\vec{k}$

3.-  $\vec{E} = [7e^x \sin(z)\vec{i} + 15\sin(y)\vec{j} + 7e^x \cos(z)\vec{k}] V/m$

### Autoevaluación.

Nota	Teoría	Formulas	Ejercicios
0	No entiendo los conceptos planteados en la clase	No deduzco de donde se obtienen las formulas	No puedo resolver los ejercicios
1	Entiendo vagamente los conceptos de la clase	Solo deduzco las formulas mediante la guía del video	Sigo los pasos pero no obtengo las respuestas correctas
2	Entiendo completamente los conceptos de la clase	Deduzco por mi propia cuenta de donde provienen las formulas de la clase	Resuelvo correctamente los ejercicios
3	Entiendo completamente los conceptos de la clase y además se su utilidad en el electromagnetismo	Deduzco las formulas de la clase y además las comparo con las fórmulas utilizadas en el electromagnetismo	Resuelvo correctamente los ejercicios y además resuelvo problemas aplicados al electromagnetismo

### Resultados.

**Nota:** A su resultado final súmele un punto si al final de la clase buscó información y ejercicios adicionales de fuentes físicas o sitios en internet.

**De 0 a 3.-** Repita todo el video y busque información adicional en la red

**De 3 a 6.-** Repita la parte que no entiende y busque información adicional en la red

**De 6 a 9.-** Pase al siguiente video, pero refuerce las partes que no entiende con información adicional en la red.

**10.-** Felicitaciones, continúe así.

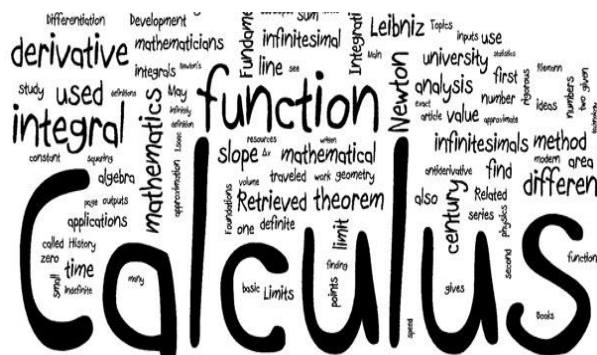
## CLASE IV

### DIVERGENCIA

¿Quién invento el cálculo infinitesimal?  
¿Para qué sirve el cálculo infinitesimal?



**NOTA:** El cálculo infinitesimal fue descubierto en el siglo XVII en el año 1684 cuando Leibniz publicó en la revista *Acta Eruditorum* su nuevo análisis matemático, pero la mayoría de matemáticos afirma que fue Newton quien incursionó primero en esta nueva rama de las matemáticas, generando una rivalidad entre estos dos grandes matemáticos del siglo XVII quien pese a su rivalidad son considerados padres del cálculo infinitesimal.



Tomado de: <http://www.calculus-help.com/>

### Teoría:

**Divergencia.** - Es la segunda operación del análisis vectorial, y se aplica a funciones vectoriales.

Una forma didáctica de obtener la fórmula de la divergencia es realizar el producto punto entre el operador nabla y la función vectorial, recordando que el operador nabla se expresa mediante:

$$\text{(En coordenadas cartesianas)} \quad \vec{\nabla} = \frac{\partial}{\partial x} \vec{i} + \frac{\partial}{\partial y} \vec{j} + \frac{\partial}{\partial z} \vec{k}$$

$$\text{(En coordenadas cilíndricas)} \quad \vec{\nabla} = \frac{\partial}{\partial R} \vec{u}_R + \frac{1}{R} \frac{\partial}{\partial \phi} \vec{u}_\phi + \frac{\partial}{\partial z} \vec{k}$$

$$\text{(En coordenadas esféricas)} \quad \vec{\nabla} = \frac{\partial}{\partial r} \vec{u}_r + \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial \theta} \vec{u}_\theta + \frac{1}{r \sin \theta} \frac{\partial}{\partial \phi} \vec{u}_\phi$$

**Recuerda:** Cuando vimos algebra de vectores, al realizar el producto punto entre dos vectores el resultado es un escalar, por lo cual nuestra formula de la divergencia en los tres sistemas de coordenadas es:



Divergencia en Coordenadas Cartesianas:

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{F} = \frac{\partial F_x}{\partial x} + \frac{\partial F_y}{\partial y} + \frac{\partial F_z}{\partial z}$$

Divergencia en Coordenadas Cilíndricas:

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{F} = \frac{1}{R} \frac{\partial}{\partial R} (R F_R) + \frac{1}{R} \frac{\partial F_\phi}{\partial \phi} + \frac{\partial F_z}{\partial z}$$

Divergencia en Coordenadas Esféricas:

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{F} = \frac{1}{r^2} \left[ \frac{\partial}{\partial r} (r^2 F_R) \right] + \frac{1}{r \sin \theta} \left[ \frac{\partial}{\partial \theta} (\sin \theta F_\theta) \right] + \frac{1}{r \sin \theta} \left[ \frac{\partial F_\phi}{\partial \phi} \right]$$

**Aplicación en el electromagnetismo.-** La aplicación de la divergencia dentro del electromagnetismo es importante debido a que nos ayuda a encontrar la densidad volumétrica de carga en cualquier punto, más a profundidad si analizamos la divergencia de  $\vec{D}$  (densidad de flujo eléctrico) en un determinado punto y la respuesta en positiva, nos indica que existe carga positiva o una fuente de flujo eléctrico, si la divergencia de  $\vec{D}$  es negativa, se tiene un punto con carga negativa o un sumidero de flujo eléctrico, y si el resultado de la divergencia  $\vec{D}$  es cero nos indica que no existen cargas.

### Ejercicios resueltos

**1.- Encuentre la divergencia de la función  $\vec{A} = R^3 \vec{u}_R - R \sin \phi \vec{u}_\phi + e^z \vec{z}$ , en el punto  $P(3, \pi; 8)$**

Encontramos las derivadas parciales:

$$\frac{\partial}{\partial R} (R A_R) = 4R^3$$

$$\frac{\partial A_\phi}{\partial \phi} = R \cos \phi$$

$$\frac{\partial A_z}{\partial z} = e^z$$

Aplicamos estas derivadas en la formula.

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{A} = \frac{1}{R} (4R^3) + \frac{1}{R} (R \cos \phi) + e^z = 4R^2 + \cos \phi + e^z$$

Evaluamos en el punto que nos piden.

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{A} = 4 * (3)^2 + \cos(\pi) + e^8 = 3015.96$$



**2.-Dado el campo  $\vec{D} = e^{3x}\vec{i} - y^2z\vec{j} + xyz^3\vec{k}$ , determine si en el punto P (1, -2, -5) existe una fuente o un sumidero de carga eléctrica.**

Calculamos las derivadas parciales.

$$\frac{\partial D_x}{\partial x} = 3e^{3x}$$

$$\frac{\partial D_y}{\partial y} = -2yz$$

$$\frac{\partial D_z}{\partial z} = 3xyz^2$$

Reemplazamos en la formula.

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{D} = \frac{\partial D_x}{\partial x} + \frac{\partial D_y}{\partial y} + \frac{\partial D_z}{\partial z} = 3e^{3x} - 2yz + 3xyz^2$$

Evaluando en el Punto P (1,-2,-5)

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{D} = 3e^{3 \cdot 1} - 2 \cdot (-2) \cdot (-5) + 3(1)(-2)(-5)^2 = 60,26 - 20 - 150 = -109,74$$

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{D} = -109,74 \text{ C/m}^3$$

Es decir, en el punto P (1,-2,-5) existe un sumidero de carga eléctrica.

**Ejercicios propuestos.**

**1.- Calcule la divergencia del campo  $\vec{F} = (e^{4xy}\vec{i} + e^{2yz}\vec{j} + e^{7xz}\vec{k})$**

**2.- Halle la divergencia del campo  $\vec{D} = \frac{R^2}{3}\vec{u}_R - \text{sen}\phi\vec{u}_\phi + z^3\vec{z}$  en el punto P (4,  $\pi/2$ , 7)**

**3.-Determine si en el punto Q (5,  $\pi/2$ ,  $2\pi$ ) del campo  $\vec{D} = r^3\vec{u}_r - \text{sen}\theta\vec{u}_\theta - \cos\phi\vec{u}_\phi$  es un sumidero o una fuente de flujo eléctrico.**

**Respuestas.**

$$1.- \vec{\nabla} \cdot \vec{F} = 4e^{4xy} + 2e^{2yz} + 7e^{7xz}$$

$$2.- \vec{\nabla} \cdot \vec{D} = 150,75$$

$$3.- \vec{\nabla} \cdot \vec{D} = 125 \frac{\text{C}}{\text{m}^3} \text{ es una fuente}$$

**Autoevaluación.**

Nota	Teoría	Formulas	Ejercicios
0	No entiendo los conceptos planteados en la clase	No deduzco de donde se obtienen las formulas	No puedo resolver los ejercicios
1	Entiendo vagamente los conceptos de la clase	Solo deduzco las formulas mediante la guía del video	Sigo los pasos pero no obtengo las respuestas correctas

2	Entiendo completamente los conceptos de la clase	Deduzco por mi propia cuenta de donde provienen las formulas de la clase	Resuelvo correctamente los ejercicios
3	Entiendo completamente los conceptos de la clase y además se su utilidad en el electromagnetismo	Deduzco las formulas de la clase y además las comparo con las fórmulas utilizadas en el electromagnetismo	Resuelvo correctamente los ejercicios y además resuelvo problemas aplicados al electromagnetismo

### Resultados.

**Nota:** A su resultado final súmele un punto si al final de la clase buscó información y ejercicios adicionales de fuentes físicas o sitios en internet.

**De 0 a 3.-** Repita todo el video y busque información adicional en la red

**De 3 a 6.-** Repita la parte que no entiende y busque información adicional en la red

**De 6 a 9.-** Pase al siguiente video, pero refuerce las partes que no entiende con información adicional en la red.

**10.-** Felicitaciones, continúe así.

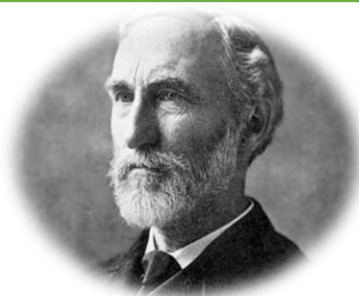
## CLASE V

### ROTACIONAL

*Hablando de exactitud de las matemáticas. Sabías que el 2520 es el número más pequeño que puede ser dividido en forma exacta por los números del 1 al 10.*



**NOTA:** Muchos físicos y matemáticos han contribuido a la teoría y a las aplicaciones descritas en este capítulo, Newton, Gauss, Laplace, Hamilton y Maxwell, entre otros. Sin embargo, el uso del análisis vectorial para describir estos resultados se atribuye principalmente al físico matemático estadounidense Josiah Willard Gibbs.



JOSIAHWILLARD GIBBS  
(1839-1903)

Tomado de: <https://www.biografiasyvidas.com/biografia/g/gibbs.htm>





### Teoría:

**Rotacional.** - El rotacional o también llamado rotor es la tercera operación del análisis vectorial, se lo aplica a funciones vectoriales,

Una forma fácil de recordar la fórmula de rotacional es realizar el producto cruz entre una función vectorial y el operador nabla.

**Recuerda.** - Para resolver un producto cruz debemos usar una matriz y para el rotacional se expresaría de la siguiente manera:

$$\vec{\nabla} \times \vec{F} = \frac{1}{h_1 h_2 h_3} \begin{vmatrix} h_1 \vec{e}_1 & h_2 \vec{e}_2 & h_3 \vec{e}_3 \\ \frac{\partial}{\partial u_1} & \frac{\partial}{\partial u_2} & \frac{\partial}{\partial u_3} \\ h_1 F_1 & h_2 F_2 & h_3 F_3 \end{vmatrix}$$

Que se puede aplicar a cualquier sistema de coordenadas, donde:  $u_1, u_2$  y  $u_3$  son las coordenadas del sistema a utilizarse,  $h_1, h_2$  y  $h_3$  son factores de escala,  $\vec{e}_1, \vec{e}_2$  y  $\vec{e}_3$  son los vectores unitarios, y  $F_1, F_2$  y  $F_3$  son los coeficientes de la función vectorial. Además, el resultado de un producto cruz entre dos vectores nos da como resultado otro vector y para el caso del rotacional, este vector resultante nos indica la tendencia que posee un campo vectorial de producir rotación alrededor de un punto.

Al resolver el producto cruz usando los tres sistemas de coordenadas, obtenemos las siguientes formulas:

En coordenadas cartesianas la expresión de la Rotacional es:

$$\vec{\nabla} \times \vec{F} = \left( \frac{\partial F_z}{\partial y} - \frac{\partial F_y}{\partial z} \right) \vec{i} + \left( \frac{\partial F_x}{\partial z} - \frac{\partial F_z}{\partial x} \right) \vec{j} + \left( \frac{\partial F_y}{\partial x} - \frac{\partial F_x}{\partial y} \right) \vec{k}$$

En coordenadas cilíndricas la expresión de la Rotacional es:

$$\vec{\nabla} \times \vec{F} = \left( \frac{1}{R} \frac{\partial F_z}{\partial \phi} - \frac{\partial F_\phi}{\partial z} \right) \vec{u}_R + \left( \frac{\partial F_R}{\partial z} - \frac{\partial F_z}{\partial R} \right) \vec{u}_\phi + \frac{1}{R} \left[ \frac{\partial}{\partial R} (R F_\phi) - \frac{\partial F_R}{\partial \phi} \right] \vec{k}$$

En coordenadas esféricas la expresión de la Rotacional es:

$$\begin{aligned} \vec{\nabla} \times \vec{F} = & \frac{1}{r \sin(\theta)} \left[ \frac{\partial}{\partial \theta} (F_\phi \sin \theta) - \frac{\partial A_\theta}{\partial \phi} \right] \vec{u}_r + \frac{1}{r} \left[ \frac{1}{\sin(\theta)} \frac{\partial F_r}{\partial \phi} - \frac{\partial}{\partial r} (r F_\phi) \right] \vec{u}_\theta \\ & + \frac{1}{r} \left[ \frac{\partial}{\partial r} (r F_\theta) - \frac{\partial F_r}{\partial \theta} \right] \vec{u}_\phi \end{aligned}$$

**Aplicación en el electromagnetismo:** La gran importancia del rotacional en el electromagnetismo se debe a que relaciona causa y efecto, en un caso concreto relaciona densidad de corriente  $\vec{j}$  con la intensidad de campo magnético  $\vec{H}$  mediante la expresión matemática:

$$\nabla \times \vec{H} = \vec{j}$$



### Ejercicios resueltos

**1.- Encuentre el rotacional del campo  $\vec{F} = 2x^2e^y\vec{i} + y^2z^3\vec{j} - 5xyz\vec{k}$  para el punto  $P(1, 4, -4)$**

Calculamos las derivadas parciales.

$$\frac{\partial F_z}{\partial y} = -5xz$$

$$\frac{\partial F_y}{\partial z} = 3y^2z^2$$

$$\frac{\partial F_x}{\partial z} = 0$$

$$\frac{\partial F_z}{\partial x} = -5yz$$

$$\frac{\partial F_y}{\partial x} = 0$$

$$\frac{\partial F_x}{\partial y} = 2x^2e^y$$

Reemplazando en la formula

$$\vec{\nabla} \times \vec{F} = \left( \frac{\partial F_z}{\partial y} - \frac{\partial F_y}{\partial z} \right) \vec{i} + \left( \frac{\partial F_x}{\partial z} - \frac{\partial F_z}{\partial x} \right) \vec{j} + \left( \frac{\partial F_y}{\partial x} - \frac{\partial F_x}{\partial y} \right) \vec{k}$$

$$\vec{\nabla} \times \vec{F} = (-5xz - 3y^2z^2)\vec{i} + (0 - (-5yz))\vec{j} + (0 - 2x^2e^y)\vec{k}$$

$$\vec{\nabla} \times \vec{F} = (-5xz - 3y^2z^2)\vec{i} + 5yz\vec{j} - 2x^2e^y\vec{k}$$

Evaluamos para el punto  $P(1,4,-4)$

$$\vec{\nabla} \times \vec{F} = (-5 * 1 * (-4) - 3 * 4^2 * (-4)^2)\vec{i} + 5 * 4 * (-4)\vec{j} - 2 * 1^2 e^4 \vec{k}$$

$$\vec{\nabla} \times \vec{F} = (-5 * 1 * (-4) - 3 * 4^2 * (-4)^2)\vec{i} + 5 * 4 * (-4)\vec{j} - 2 * 1^2 e^4 \vec{k}$$

$$\vec{\nabla} \times \vec{F} = -748\vec{i} - 80\vec{j} - 109,19\vec{k}$$

**2.- Halle el rotacional del campo  $\vec{G} = 3x^2yz\vec{i} - 2x^3z^2\vec{j} + 5x^2y^2z^2\vec{k}$**

Para este ejercicio lo resolveremos usando nuestra matriz que para el caso de las coordenadas cartesianas tiene la forma:

$$\vec{\nabla} \times \vec{G} = \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ \frac{\partial}{\partial x} & \frac{\partial}{\partial y} & \frac{\partial}{\partial z} \\ G_x & G_y & G_z \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ \frac{\partial}{\partial x} & \frac{\partial}{\partial y} & \frac{\partial}{\partial z} \\ 3x^2yz & -2x^3z^2 & 5x^2y^2z^2 \end{vmatrix}$$

$$\begin{aligned} \vec{\nabla} \times \vec{G} = & \left[ \frac{\partial}{\partial y} (5x^2y^2z^2) + \frac{\partial}{\partial z} (2x^3z^2) \right] \vec{i} - \left[ \frac{\partial}{\partial x} (5x^2y^2z^2) - \frac{\partial}{\partial z} (3x^2yz) \right] \vec{j} \\ & + \left[ -\frac{\partial}{\partial x} (2x^3z^2) - \frac{\partial}{\partial y} (3x^2yz) \right] \vec{k} \end{aligned}$$



$$\vec{\nabla} \times \vec{G} = [10x^2yz^2 + 4x^3z]\vec{i} - [(10xy^2z^2) - (3x^2y)]\vec{j} + [-(6x^2z^2) - (3x^2z)]\vec{k}$$

$$\vec{\nabla} \times \vec{G} = 2x^2z[5yz + 2x]\vec{i} - xy[10yz^2 - 3x]\vec{j} - 3x^2z[2z + 1]\vec{k}$$

### Ejercicios propuestos

1.- Calcule el rotacional del campo  $\vec{A} = e^{xy}\vec{i} + 4x^2y^3\vec{j}$

2.- Halle el rotacional del campo  $\vec{B} = R^2 \sin(\phi) \vec{u}_R$  en el punto P (2,  $\pi$ , 5)

3.- Halle el rotacional del campo  $\vec{C} = r^3 \sin(\theta) \cos(\phi) \vec{u}_r$  en el punto P (3,  $\pi$ , 2 $\pi$ )

### Respuestas

1.-  $\vec{\nabla} \times \vec{A} = (12x^2y^2 - e^{xy})\vec{k}$

2.-  $\vec{\nabla} \times \vec{B} = -2\vec{k}$

3.-  $\vec{\nabla} \times \vec{C} = 9\vec{u}_\phi$

### Autoevaluación.

Nota	Teoría	Formulas	Ejercicios
0	No entiendo los conceptos planteados en la clase	No deduzco de donde se obtienen las formulas	No puedo resolver los ejercicios
1	Entiendo vagamente los conceptos de la clase	Solo deduzco las formulas mediante la guía del video	Sigo los pasos pero no obtengo las respuestas correctas
2	Entiendo completamente los conceptos de la clase	Deduzco por mi propia cuenta de donde provienen las formulas de la clase	Resuelvo correctamente los ejercicios
3	Entiendo completamente los conceptos de la clase y además se su utilidad en el electromagnetismo	Deduzco las formulas de la clase y además las comparo con las fórmulas utilizadas en el electromagnetismo	Resuelvo correctamente los ejercicios y además resuelvo problemas aplicados al electromagnetismo

### Resultados.

**Nota:** A su resultado final súmele un punto si al final de la clase buscó información y ejercicios adicionales de fuentes físicas o sitios en internet.

**De 0 a 3.-** Repita todo el video y busque información adicional en la red

**De 3 a 6.-** Repita la parte que no entiende y busque información adicional en la red

**De 6 a 9.-** Pase al siguiente video, pero refuerce las partes que no entiende con información adicional en la red.

**10.-** Felicitaciones, continúe así.

## CLASE VI

## INTEGRAL DE LINEA

## 1.- ¿Sabes quién invento el signo =?

Fue inventado por Galés Robert Recorde en 1557, y según sus libros él decidió usar este símbolo porque no existe nada más parecido que dos rectas paralelas.

## 2.- ¿Para qué se utilizan las integrales?

Las integrales se utilizan para calcular las longitudes de curvas, calcular áreas y calcular volúmenes de los sólidos de revolución.



**NOTA:** Varios filósofos de la ciencia han considerado que la ley de Faraday de la conservación de la energía es la mayor generalización concebida por el pensamiento humano. Muchos físicos han contribuido a nuestro conocimiento de esta ley; dos de los primeros y más importantes fueron James Prescott Joule (1818-1889) y Hermann Ludwig Helmholtz (1821-1894).



MICHAEL FARADAY  
(1791-1867)

Tomado de : <https://www.biografiasyvidas.com/biografia/f/faraday.htm>

**Teoría:**

Para continuar con el estudio del Análisis Vectorial, nos toca ver las operaciones relacionadas con la integración y estas operaciones son: la integral de línea, la integral de superficie y la integral de volumen.

**Integral de Línea.** - La integral de línea o conocida también con el nombre de integral curvilínea se expresa matemáticamente:

$$\int_{P_1}^{P_2} \vec{A} \cdot d\vec{l}$$

Donde  $d\vec{l}$  es el diferencial de línea que vimos en clases anteriores y  $\vec{A}$  es el campo vectorial en el cual existe una curva C que pasa por los puntos P1 y P2. Podemos obtener las formulas de la integral de línea en los tres sistemas de coordenadas aplicando el producto punto que nos indica la expresión, así obtenemos:

La integral de línea en coordenadas cartesianas es:

$$\int \vec{A} \cdot d\vec{l} = \int A_x dx + A_y dy + A_z dz$$

La integral de línea en coordenadas cilíndricas es:

$$\int \vec{A} \cdot d\vec{l} = \int A_R dR + R A_\phi d\phi + A_z dz$$

La integral de línea en coordenadas esféricas es:

$$\int \vec{A} \cdot d\vec{l} = \int A_r dr + r A_\theta d\theta + r \sin(\theta) A_\phi d\phi$$

**Recuerda.** - En el estudio de Física básica vimos que el trabajo es igual a  $W = F \cdot d \cdot \cos(\theta)$ , pero un concepto más preciso es:

$$W_{AB} = \int_A^B \vec{F} \cdot d\vec{l}$$

Donde el trabajo se obtiene al realizar la integral de línea, con A y B siendo los límites de la trayectoria que recorre la partícula en una trayectoria sometida a la acción del campo  $\vec{F}$ . Y la integral de línea no solamente es importante en este tema, sino también en mecánica de fluidos, teoría de campos, entre otros, por ejemplo: En mecánica de fluidos a la integral de línea se le conoce como la circulación de  $\vec{A}$  a lo largo de C, y se define matemáticamente de la siguiente forma:

$$cir \vec{A} = \oint \vec{A} \cdot d\vec{l}$$

**Aplicación en el electromagnetismo.** -Centrándonos en el electromagnetismo la integral de línea tiene su aplicación al momento que deseamos encontrar el potencial eléctrico entre dos puntos, pues la fórmula es:

$$V_{AB} = - \int_A^B \vec{E} \cdot d\vec{l}$$

Otra utilidad de la integral de línea se encuentra en la Ley de Ampere, mediante la siguiente expresión:

$$\oint \vec{H} \cdot d\vec{l} = I_{ene}$$

### Ejercicios resueltos

**1.- Obtenga el trabajo realizado por la fuerza  $\vec{F} = x^3 y^2 \vec{i} + 8xy \vec{j}$ , para mover una partícula desde el punto A (1,0) hasta B (5,3) a lo largo de la curva  $y = x^2 + 1$**

La fórmula del trabajo es:

$$W_{AB} = \int_A^B \vec{F} \cdot d\vec{l}$$

La curva es:

$$y = x^2 + 1 \text{ (Derivando los dos miembros)}$$

$$dy = 2x dx$$

Calculamos los límites para la variable X, es decir:  $1 \leq x \leq 5$ , y aplicando la integral obtenemos:

$$W_{AB} = \int_A^B \vec{F} \cdot d\vec{l} = \int_1^5 (x^3 y^2 \vec{i} + 8xy \vec{j}) \cdot (dx \vec{i} + dy \vec{j} + dz \vec{k}) = \int_1^5 x^3 y^2 dx + 8xy dy$$



Para resolver la integral debemos expresar toda la integral en función de una sola varia, por lo tanto:

$$\begin{aligned}
 W_{AB} &= \int_1^5 x^3(x^2 + 1)^2 dx + 8x(x^2 + 1) * (2x dx) \\
 &= \int_1^5 x^3(x^2 + 2x + 1) dx + 16x^2(x^2 + 1) dx \\
 &= \int_1^5 (x^5 + 2x^4 + x^3) dx + (16x^4 + 16x^2) dx \\
 &= \int_1^5 (x^5 + 2x^4 + x^3 + 16x^4 + 16x^2) dx \\
 &= \int_1^5 (x^5 + 18x^4 + x^3 + 16x^2) dx = 14\,667,73
 \end{aligned}$$

**2.- Un conductor de radio  $R_0 = 2\text{ cm}$ , tiene un campo interno expresado de la siguiente manera:  $\vec{H} = (R^2 \text{ sen } \pi - R \cos(\pi))\vec{u}_\phi$ . Halle la corriente total en el conductor.**

Usamos la ley de Ampere:

$$\oint \vec{H} \cdot d\vec{l} = l_{ene}$$

Donde nuestro diferencial de line en cilíndricas es:

$$d\vec{l} = dR\vec{u}_R + Rd_\phi\vec{u}_\phi + dz\vec{k}$$

Armando nuestra integral tenemos:

$$\begin{aligned}
 l_{ene} &= \oint \vec{h} \cdot d\vec{l} = \oint [(R^2 \text{ sen } \pi - R \cos(\pi))\vec{u}_R] \cdot [dR\vec{u}_R + Rd_\phi\vec{u}_\phi + dz\vec{k}] \\
 l_{ene} &= \oint [R^2 \text{ sen } \pi - R \cos(\pi)] * dR
 \end{aligned}$$

Para cubrir todo el conductor nuestro radio debe variar entre 0 y 2cm o 0,02m por lo cual nuestra integral es:

$$l_{ene} = \int_0^{0,02} [R_0 \text{ sen } \pi - R \cos(\pi)] dR$$

También tenemos que  $R_0 = 2\text{ cm} = 0,02\text{ m}$  por lo cual:

$$\begin{aligned}
 l_{ene} &= \int_0^{0,02} [R^2 \text{ sen } \pi - R \cos(\pi)] dR \\
 l_{ene} &= \left[ \frac{R^3}{3} \text{ sen } \pi - \frac{R^2}{2} \cos(\pi) \right]_0^{0,02} \\
 l_{ene} &= \left\{ \left[ \frac{(0,02)^3}{3} \text{ sen } \pi - \frac{(0,02)^2}{2} \cos(\pi) \right] - \left[ \frac{0^3}{3} \text{ sen } \pi - \frac{0^2}{2} \cos(\pi) \right] \right\}
 \end{aligned}$$



$$l_{ene} = 0 - (-0,0002)$$

$$l_{ene} = 0,0002 \text{ A}$$

### Ejercicios propuestos

1.-Calcule la integral de línea de la función  $\vec{F} = (x + 2)\vec{i} + 3z\vec{j} + y^2\vec{k}$ , sobre las curvas  $x^2 + y^2 + z^2 = 1, z = x - 1$

2.-Calcule el trabajo realizado por la fuerza  $\vec{F} = 2xy\vec{i} + (x^2 + z)\vec{j} + y\vec{k}$  al desplazar la partícula desde el origen hasta el punto P (3,0,6)

### Respuestas

1.-  $\frac{3\sqrt{2}}{4}\pi$

2.-  $W=0$

### Autoevaluación.

Nota	Teoría	Formulas	Ejercicios
0	No entiendo los conceptos planteados en la clase	No deduzco de donde se obtienen las formulas	No puedo resolver los ejercicios
1	Entiendo vagamente los conceptos de la clase	Solo deduzco las formulas mediante la guía del video	Sigo los pasos pero no obtengo las respuestas correctas
2	Entiendo completamente los conceptos de la clase	Deduzco por mi propia cuenta de donde provienen las formulas de la clase	Resuelvo correctamente los ejercicios
3	Entiendo completamente los conceptos de la clase y además se su utilidad en el electromagnetismo	Deduzco las formulas de la clase y además las comparo con las fórmulas utilizadas en el electromagnetismo	Resuelvo correctamente los ejercicios y además resuelvo problemas aplicados al electromagnetismo

### Resultados.

**Nota:** A su resultado final súmele un punto si al final de la clase buscó información y ejercicios adicionales de fuentes físicas o sitios en internet.

**De 0 a 3.-** Repita todo el video y busque información adicional en la red

**De 3 a 6.-** Repita la parte que no entiende y busque información adicional en la red

**De 6 a 9.-** Pase al siguiente video, pero refuerce las partes que no entiende con información adicional en la red.

**10.-** Felicitaciones, continúe así.

## CLASE VII

## INTEGRAL DE SUPERFICIE

**¿Integración por Partes?**

Cuando tenemos que integrar funciones más complejas que no se resuelven con métodos sencillos debemos hacer uso de la siguiente fórmula:

$$\int u dv = uv - \int v du$$

Llamada integración por partes, pero puede ser un poco difícil recordamos de ella. Pero una forma didáctica de acordarse de esta fórmula es aprenderse la frase: “Un Día Vi Una Vaca Vestida De Uniforme” donde las iniciales de cada palabra nos indica el orden correcto de las variables.



**NOTA:** Al teorema de la divergencia también se le llama teorema de Gauss, en honor al famoso matemático alemán Carl Friedrich Gauss. Gauss es reconocido, junto con Newton y Arquímedes, como uno de los tres más grandes matemáticos de la historia. Una de sus muchas contribuciones a las matemáticas la hizo a los 22 años, cuando, como parte de su tesis doctoral, demostró el *teorema fundamental del álgebra*.



CARL FRIEDRICH GAUSS  
(1777-1855)

Tomado de: <https://www.biografiasyvidas.com/biografia/g/gauss.htm>

**Teoría:**

**Integral de Línea.** - También conocido Flujo, se lo aplica a funciones escalares o vectoriales y su resolución se da mediante integrales dobles, las diferentes formas de expresar la integral de línea para los diferentes casos que encontremos son:

Flujo de un campo escalar

Se obtiene al aplicar la integral de superficie a un campo escalar A y como resultado nos da un campo vectorial, su expresión es:

$$\vec{P} = \int_S U d\vec{S} = \vec{i} \int_{YZ} U dydz + \vec{j} \int_{XZ} U dx dz + \vec{k} \int_{XY} U dx dy$$

Flujo escalar de un campo vectorial

Tenemos dos opciones al aplicar nuestra integral de superficie a funciones vectoriales, debido a que nuestro  $d\vec{S}$  es un vector podemos realizar producto punto o producto cruz.

Para este caso realizaremos un producto punto entre el campo vectorial  $\vec{A}$  y el diferencial de superficie  $d\vec{S}$ , obteniendo como resultado un campo escalar, por lo cual la expresión para este flujo es:





$$Q = \int_S \vec{A} \cdot d\vec{S} = \int_{YZ} A_x dydz + \int_{XZ} A_y dxdz + \int_{XY} A_z dxdy$$

### Flujo vectorial de un campo vectorial

Al aplicar la integral de superficie para este caso, realizaremos el producto cruz entre la función vectorial  $\vec{A}$  y el diferencial de superficie  $d\vec{S}$ , dando como resultado un campo vectorial, y su expresión es:

$$\begin{aligned} \vec{R} &= \int_S \vec{A} \times d\vec{S} \\ &= \int_{YZ} (A_z \vec{j} - A_y \vec{k}) dydz + \int_{XZ} (A_x \vec{k} - A_z \vec{i}) dzdx + \int_{XY} (A_y \vec{i} - A_x \vec{j}) dxdy \end{aligned}$$

**Recuerda.-** El símbolo  $\oint$  se llama integral cerrada y el momento que nos pidan trabajar con esa simbología nos indican que debemos integrar todas las superficies de la región que nos da el ejercicio.

**Aplicación en el electromagnetismo.** - Las integrales de superficie son muy útiles en el electromagnetismo, ya que como nos indica su mismo nombre "Flujo" nos ayudan a encontrar los flujos eléctricos y magnéticos, por ejemplo, para hallar el flujo eléctrico usamos la expresión:

$$\varphi = \int \vec{D} \cdot d\vec{S}$$

Y el flujo magnético lo encontramos mediante la siguiente formula:

$$\phi = \int \vec{B} \cdot d\vec{S}$$

Donde las dos expresiones matemáticas mencionadas son integrales de superficie bajo producto punto con un campo vectorial, es decir son flujos escalares.

### **Ejercicios resueltos**

**1.- Halle  $\int \vec{r} \cdot d\vec{S}$ , siendo  $x\vec{i} + 2y\vec{j} + 3z\vec{k}$ , y S la superficie del plano  $x+y+z=1$  comprendida en el primer octante**

$$Q = \int_S \vec{r} \cdot d\vec{S} = \int_{YZ} r_x dydz + \int_{XZ} r_y dxdz + \int_{XY} r_z dxdy$$

$$Q = \int_{YZ} (x) dydz + \int_{XZ} (2y) dxdz + \int_{XY} (3z) dxdy$$

$$\int_{YZ} (x) dydz = x \int_0^1 \int_0^{1-z} dy dz = x/2$$



$$\int_{xz} (2y) dx dz = 2y \int_0^1 \int_0^{1-z} dx dz = y$$

$$\int_{xy} (3z) dx dy = 3z \int_0^1 \int_0^{1-y} dx dy = 3z/2$$

$$Q = \frac{x}{2} + y + \frac{3z}{2}$$

**2.- Una distribución esférica de carga tiene una densidad  $\rho = 4r \text{ C/m}^3$  Halle  $\vec{D}$  dentro de la esfera**

Sabemos que:

$$\oint \vec{D} \cdot d\vec{S} = \int_0^{2\pi} \int_0^{\pi} D * r^2 * \sin(\theta) * dr d\theta d\phi = D * 4\pi r^2$$

Ahora calculamos la integral triple con:

$$\int \rho dv = \int_0^r \int_0^{2\pi} \int_0^{\pi} 4r * r^2 * \sin(\theta) dr d\theta d\phi$$

$$\int \rho dv = \int_0^r \int_0^{2\pi} \int_0^{\pi} 4r^3 * \sin(\theta) dr d\theta d\phi = 4\pi r^4$$

La ley de Gauss nos dice:

$$\oint \vec{D} \cdot d\vec{S} = \int \rho dv$$

$$D * 4\pi r^2 = 4\pi r^4$$

$$D = r^2$$

### Ejercicios propuestos

**1.- Una distribución de carga tiene una densidad  $\rho = R * z^2 \text{ C/m}^3$  Halle  $\vec{D}$  dentro de un cilindro de radio 2 m y una altura 5 m**

**2.- Una distribución esférica de carga tiene una densidad  $\rho = 5r^2 \text{ C/m}^3$  Halle  $\vec{D}$  dentro de una semiesfera**

### Respuestas

**1.-  $\frac{2000}{9} \pi \text{ C/m}^2$**

**2.-  $2\pi r^5 \text{ C/m}^2$**

### Autoevaluación.

Nota	Teoría	Formulas	Ejercicios
0	No entiendo los conceptos planteados en la clase	No deduzco de donde se obtienen las formulas	No puedo resolver los ejercicios
1	Entiendo vagamente los conceptos de la clase	Solo deduzco las formulas mediante la guía del video	Sigo los pasos pero no obtengo las respuestas correctas
2	Entiendo completamente los conceptos de la clase	Deduzco por mi propia cuenta de donde provienen las formulas	Resuelvo correctamente los ejercicios

		de la clase	
3	Entiendo completamente los conceptos de la clase y además se su utilidad en el electromagnetismo	Deduzco las formulas de la clase y además las comparo con las fórmulas utilizadas en el electromagnetismo	Resuelvo correctamente los ejercicios y además resuelvo problemas aplicados al electromagnetismo

### Resultados.

**Nota:** A su resultado final súmele un punto si al final de la clase buscó información y ejercicios adicionales de fuentes físicas o sitios en internet.

**De 0 a 3.-** Repita todo el video y busque información adicional en la red

**De 3 a 6.-** Repita la parte que no entiende y busque información adicional en la red

**De 6 a 9.-** Pase al siguiente video, pero refuerce las partes que no entiende con información adicional en la red.

**10.-** Felicitaciones, continúe así.

## CLASE VIII

### INTEGRAL DE VOLUMEN Y TEOREMA DE LA DIVERGENCIA DE GAUSS

#### ¿Problemas de Milenio?

En el año 2000 el instituto Clay de matematicas propuso 7 ejercicios sin resolver:

1. *P versus NP*
2. *La conjetura de Hodge*
3. *La conjetura de Poincaré*
4. *La hipótesis de Riemann*
5. *Existencia de Yang-Mills y del salto de masa*
6. *Las ecuaciones de Navier-Stokes*
7. *La conjetura de Birch y Swinnerton-Dyer*

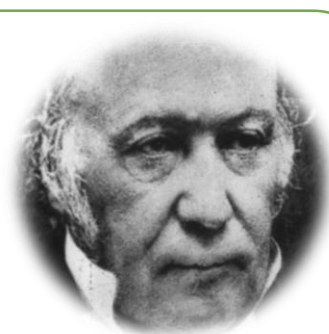
Donde premiaran su resolución con un millón de dólares, hasta el día de hoy solo se ha resuelto la hipótesis de Poincaré por el matemático ruso Grigori Perelmán



#### NOTA: Fórmula cuaternión

Cuenta la leyenda que el descubrimiento de la fórmula de los cuaterniones le causó tal satisfacción, que decidió perpetuar su fórmula fundamental en una piedra del puente Brougham, esta ecuación describe cómo trabajar con números complejos que incluyen raíces cuadradas de números negativos.

$$i^2 = j^2 = k^2 = ijk = -1,$$



SIR WILLIAM ROWAN HAMILTON,  
(1805- 1865)

Tomado de: [www.dmae.upm.es/.../VCPartel/1.../CUATERNIONES%20trabajo%20de%20clase.doc](http://www.dmae.upm.es/.../VCPartel/1.../CUATERNIONES%20trabajo%20de%20clase.doc)



## Teoría:

**Integral de Volumen.** - En el estudio de las integrales de volumen debemos recordar que vamos a necesitar nuestro diferencial de volumen, pero recordemos que su expresión se da en forma escalar en los tres sistemas de coordenadas.

Al aplicar la integral de Volumen a una función escalar obtenemos la siguiente expresión:

$$\int_V U \, dv = \int \int \int U \, dx \, dy \, dz$$

Y al aplicar la integral de Volumen a una función vectorial, tenemos:

$$\int_V \vec{F} \, dv = \vec{i} \int F_x \, dx \, dy \, dz + \vec{j} \int F_y \, dx \, dy \, dz + \vec{k} \int F_z \, dx \, dy \, dz$$

**Recuerda.** -En el estudio del Análisis Vectorial existen varios teoremas que nos facilitan los cálculos en determinados ejercicios, entre estos teoremas están: el teorema de Stokes o el teorema de Green. Pero ahora veremos el teorema de la divergencia de Gauss por su gran importancia en el electromagnetismo.

**Teorema de la divergencia de Gauss.** - Sean  $V$  el volumen limitado por una superficie cerrada  $S$  y  $\vec{F}$  una función vectorial. El flujo escalar del campo  $\vec{F}$  a través de la superficie cerrada  $S$  es igual a la integral de la divergencia de  $\vec{F}$  extendida sobre el volumen  $V$ , esto es:

$$\oint_S \vec{F} \cdot d\vec{S} = \int_V (\nabla \cdot \vec{F}) \cdot dv$$

**Aplicación en el electromagnetismo.** - La aplicación de este teorema en el electromagnetismo se da al momento de calcular la intensidad de radiación eléctrica, razón por la esta ley lleva su nombre, es decir se le conoce como ley de Gauss.

## Ejercicios resueltos

**1.- Compruebe el teorema de la divergencia para el campo  $\vec{A} = 4x\vec{i} - 2y^2\vec{j} + z^2\vec{k}$  sobre la región limitada por las superficies  $x^2 + y^2 = 4$ ;  $z = 0$ ;  $z = 3$**

El teorema a demostrar es:

$$\oint_S \vec{A} \cdot d\vec{S} = \int_V (\nabla \cdot \vec{A}) \cdot dv$$

La ecuación  $x^2 + y^2 = 4$  es un cilindro de radio 2 por lo cual vamos a parametrizar la ecuación en coordenadas cilíndricas con las ecuaciones de transformación de las primeras clases.

$$x = R \cos \phi$$

$$y = R \sin \phi$$

$$z = z$$

Con estos datos tenemos que nuestra función vectorial es

$$\vec{A} = 4x\vec{i} - 2y^2\vec{j} + z^2\vec{k} = 4R \cos\phi\vec{i} - 2R^2 \sin(\phi)\vec{j} + z^2\vec{k}$$

Según los datos del ejercicio y recordando que la componente azimutal tiene que recorrer toda la circunferencia del cilindro nuestros límites serán:  $0 \leq r \leq 2$ ;  $0 \leq \phi \leq 2\pi$ ;  $0 \leq z \leq 3$ .

También sabemos que existen tres superficies, por lo tanto nuestra integral es:

$$\oint_S \vec{A} \cdot d\vec{S} = \int_S S_1 d\vec{S} + \int_S S_2 d\vec{S} + \int_S S_3 d\vec{S}$$

Donde  $S_1$  y  $S_2$  son las tapas y sus vectores perpendiculares son:  $\vec{k}$  y  $-\vec{k}$  pero  $S_1$  se ubica en  $z=0$  por lo cual se elimina y con  $S_2$  tenemos  $z=3$ , además recordemos que  $d\vec{S} = \vec{N} dS$  por lo cual planteando nuestra integral, tenemos:

$$\oint_{S_2} \vec{A} d\vec{S} = \oint_{S_2} (R \cos\phi\vec{i} - 2R^2 \sin(\phi)\vec{j} + z^2\vec{k}) * R dR d\phi \vec{k} = \oint_{S_2} (R * z^2) dR d\phi$$

Reemplazando los límites y recordando que la superficie se encuentra en  $z=3$ .

$$\int_0^2 \int_0^{2\pi} R * 3^2 dR d\phi = \int_0^2 [9R * \phi]_0^{2\pi} dR = \int_0^2 18\pi R dR = \left[ \frac{18\pi R^2}{2} \right]_0^2 = 9\pi * 2^2 = 36\pi$$

Para la última superficie calculamos el vector normal con:

$$\vec{N} = \frac{\frac{\partial r(\phi, z)}{\partial \phi} \times \frac{\partial r(\phi, z)}{\partial z}}{\left| \frac{\partial r(\phi, z)}{\partial \phi} \times \frac{\partial r(\phi, z)}{\partial z} \right|}$$

Recordando que  $r(\phi, z) = \{R \cos\phi; R \sin\phi; z\}$

Las derivadas parciales son:

$$\frac{\partial r(\phi, z)}{\partial \phi} = \{-R \sin\phi; R \cos\phi; 0\}$$

$$\frac{\partial r(\phi, z)}{\partial z} = \{0; 0; 1\}$$

Realizando el producto punto

$$\frac{\partial r(\phi, z)}{\partial \phi} \times \frac{\partial r(\phi, z)}{\partial z} = \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ -R \sin\phi & R \cos\phi & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{vmatrix} = R \cos\phi\vec{i} + R \sin\phi\vec{j}$$

Encentrando su magnitud

$$\left| \frac{\partial r(\phi, z)}{\partial \phi} \times \frac{\partial r(\phi, z)}{\partial z} \right| = \sqrt{(R \cos\phi)^2 + (R \sin\phi)^2} = \sqrt{R^2 \cos^2\phi + R^2 \sin^2\phi} = \sqrt{R^2(\cos^2\phi + \sin^2\phi)} = \sqrt{R^2} = R$$

El vector normal es:

$$\vec{N} = \frac{\frac{\partial r(\phi, z)}{\partial \phi} \times \frac{\partial r(\phi, z)}{\partial z}}{\left| \frac{\partial r(\phi, z)}{\partial \phi} \times \frac{\partial r(\phi, z)}{\partial z} \right|} = \frac{R \cos \phi \vec{i} + R \sin \phi \vec{j}}{R} = \cos \phi \vec{i} + \sin \phi \vec{j}$$

Nuestro diferencial de superficie es  $dS = R d\phi dz = 4 d\phi dz$ , aquí si podemos reemplazar  $R=4$  porque el radio no varía.

Nuestra integral nos queda:

$$\begin{aligned} \oint_{S_3} \vec{A} d\vec{S} &= \int_0^{2\pi} \int_0^3 (4 \cos \phi \vec{i} - 2 * 4^2 \sin^2(\phi) \vec{j} + z^2 \vec{k}) * (\cos \phi \vec{i} + \sin \phi \vec{j}) \\ &\quad * (4 d\phi dz) \\ &= \int_0^{2\pi} \int_0^3 (16 \cos^2 \phi - 128 \sin^3 \phi) d\phi dz \end{aligned}$$

Y al resolver las integrales obtenemos que:

$$\oint_{S_3} \vec{A} d\vec{S} = 48\pi$$



**NOTA:** Si tienes alguna duda con la resolución de las integrales te recomendamos que visites la siguiente página, que proporciona una excelente calculadora de derivadas, integrales y otros temas. Ten en cuenta que esta página te indica paso a paso la resolución del ejercicio.

<http://um.mendelu.cz/maw-html/menu.php>

Para finalizar la integral de superficie sumamos todas las áreas:

$$\oint_S \vec{A} d\vec{S} = \oint_{S_1} \vec{A} d\vec{S} + \oint_{S_2} \vec{A} d\vec{S} + \oint_{S_3} \vec{A} d\vec{S} = 0 + 36\pi + 48\pi = 84\pi$$

Ahora vamos a calcular el segundo término del teorema, es decir calculamos la integral de volumen:

$$\int_V (\nabla \cdot \vec{A}) \cdot dv$$

Calculamos la divergencia del campo  $\vec{A} = 4x\vec{i} - 2y^2\vec{j} + z^2\vec{k}$

$$\nabla \cdot \vec{A} = 4 - 4y + 2z$$

Transformando en coordenadas cilíndricas.

$$\nabla \cdot \vec{A} = 4 - 4R \sin \phi + 2z$$



Los límites de las integrales son:  $0 \leq r \leq 2$ ;  $0 \leq \phi \leq 2\pi$ ;  $0 \leq z \leq 3$ . Por lo cual nuestras integrales son:

$$\int_V (\nabla \cdot \vec{A}) \cdot d\vec{v} = \int_0^2 \int_0^{2\pi} \int_0^3 [4 - 4R \sin \phi + 2z] dR d\phi dz$$

Al resolver las integrales, recordando que primero integramos con respecto a  $z$ , luego con respecto a  $\phi$  y por ultimo con respecto a  $R$  por lo que obtenemos:

$$\int_V (\nabla \cdot \vec{A}) \cdot d\vec{v} = 84\pi$$

Por lo cual demostramos el teorema de la divergencia de Gauss.

### Ejercicios propuestos

1.- Calcule  $\int 2z^2 d\vec{v}$  sobre el volumen limitado por lo planos:

$x + 2y + z = 4$ ;  $x = 0$ ;  $y = 0$ ;  $z = 0$

2.- Demuestre el teorema de la divergencia de Gauss para el campo vectorial

$\vec{B} = 5x^2\vec{i} - 3y\vec{j} + 4z^2\vec{k}$ , sobre la región limitada por  $x^2 + y^2 + z^2 = 25$

**Respuestas**

1.- 13

2.- -296,088

**Autoevaluación.**

Nota	Teoría	Formulas	Ejercicios
0	No entiendo los conceptos planteados en la clase	No deduzco de donde se obtienen las formulas	No puedo resolver los ejercicios
1	Entiendo vagamente los conceptos de la clase	Solo deduzco las formulas mediante la guía del video	Sigo los pasos pero no obtengo las respuestas correctas
2	Entiendo completamente los conceptos de la clase	Deduzco por mi propia cuenta de donde provienen las formulas de la clase	Resuelvo correctamente los ejercicios
3	Entiendo completamente los conceptos de la clase y además se su utilidad en el electromagnetismo	Deduzco las formulas de la clase y además las comparo con las fórmulas utilizadas en el electromagnetismo	Resuelvo correctamente los ejercicios y además resuelvo problemas aplicados al electromagnetismo

### Resultados.

**Nota:** A su resultado final súmele un punto si al final de la clase buscó información y ejercicios adicionales de fuentes físicas o sitios en internet.

**De 0 a 3.-** Repita todo el video y busque información adicional en la red



**De 3 a 6.-** Repita la parte que no entiende y busque información adicional en la red

**De 6 a 9.-** Pase al siguiente video pero refuerce las partes que no entiende con información adicional en la red.

**10.-** Felicitaciones, continúe así.



## CAPITULO IV

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### Conclusiones

Luego del desarrollo del presente trabajo, se ha llegado a las siguientes conclusiones:

- Se han involucrado tanto **metodologías tradicionales**, debido a la naturaleza abstracta de las matemáticas superiores, como **metodologías constructivistas**, pero al fusionar las dos, se ha obtenido estrategias innovadoras que mejoran el proceso de enseñanza aprendizaje.
- Se ha elaborado y producido un material accesible y dinámico para el apoyo de la base matemática del electromagnetismo.
- Los videos tutoriales, complementan el trabajo del docente, ya que debido a sus características digitales, permiten pausar, adelantar o rebobinar según las necesidades, convirtiéndose en una alternativa novedosa y viable para mejorar los procesos educativos.
- Los problemas y ejercicios presentados, reflejan la secuencialidad requerida por los estudiantes; además, el contenido de éstos se ajusta a los requerimientos de la asignatura de electromagnetismo.
- La creación de guiones, y la puesta en escena nos ha permitido, ver al análisis vectorial desde un punto de vista diferente, permitiéndonos generar planificaciones y ejecuciones mediante un uso responsable y específico de las Tic's.

## Recomendaciones

Del trabajo investigativo realizado, se manifiestan las siguientes recomendaciones:

- Dado que hoy en día vivimos en una sociedad de cambios, los profesores de Matemáticas y Física deben estar en constante actualización de conocimientos sobre recursos tecnológicos, tales como videos, calculadoras online, entre otras, con la finalidad de complementar sus clases y mejorar el proceso de enseñanza aprendizaje
- Los videos que contienen este trabajo de titulación son un refuerzo para mejorar el estudio del Análisis Vectorial necesario para entender el electromagnetismo, pero se limitan a temas escogidos para la investigación; de ser necesario, un completo estudio sobre análisis vectorial, puede hacerlo mediante una revisión en la red, en donde encontrará variedad de contenidos relacionados sobre Análisis Vectorial.
- Al momento de realizar el levantamiento de datos se percató que un 100% de los estudiantes deseaban un canal de YouTube para la Carrera de Matemáticas y Física; por lo que, luego de la publicación de nuestros videos, recomendamos a la actual y futuras Direcciones de Carrera, mantener dicho canal y de ser posible, ampliarlo para que se dé a conocer mediante este recurso tecnológico.
- Al momento de grabar los videos se utilizó equipo profesional y como resultado obtuvimos videos de alta calidad, por lo que recomendamos para futuros trabajos que se dirijan por esta misma línea de recurso tecnológico lo realicen en las instalaciones de la universidad, puesto que se obtienen videos de gran calidad que pueden ser publicados en YouTube y generan atracción de los usuarios interesados.
- Para estudiantes que en el futuro deseen realizar videos tutoriales como propuesta metodológica, se recomienda la creación de videos entre 5 a 10 minutos de duración debido a que son más llamativos para usuarios interesados y en especial estudiantes.



## BIBLIOGRAFÍA

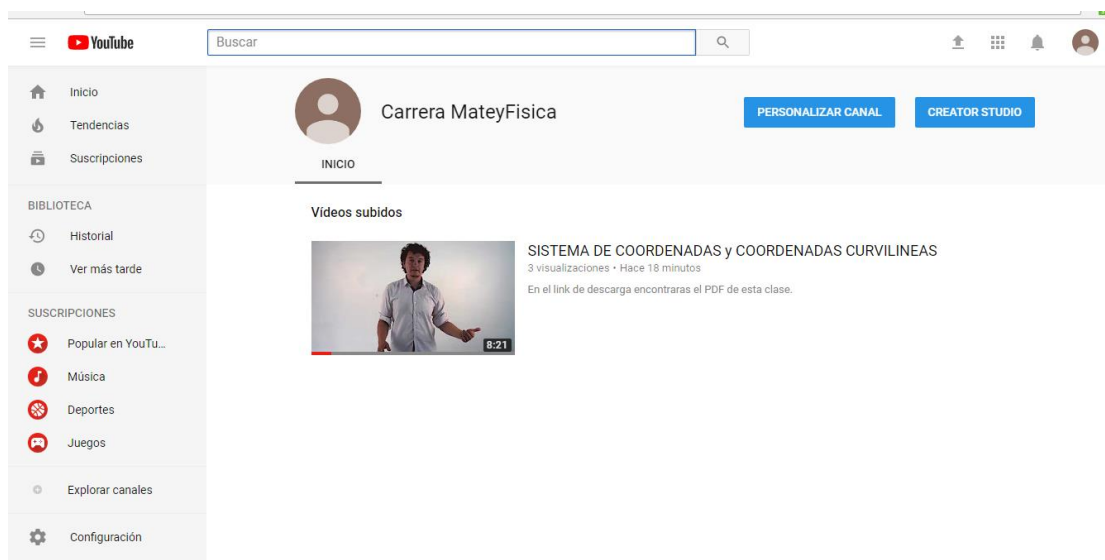
- D'Amore, F. M. (2004). *“Ejercicios anticipados y “zona de desarrollo próximo”: comportamiento estratégico y lenguaje comunicativo en actividad de resolución de problemas.* Sevilla: Épsilon.
- Giménez, X. (2014). *Investigación y Ciencia. ¿El fin de las clases magistrales?* Obtenido de <http://www.investigacionyciencia.es/blogs/fisica-y-quimica/39/posts/el-fin-de-las-clases-magistrales-12252>
- Prieto, C. (2010). *¿Es difícil divulgar las Matemáticas?* . Obtenido de <http://www.matem.unam.mx/cprieto/personal/2010-Divulgar%20Matematicas-CIENCIA.pdf>
- Rodríguez del Río, R. (2002). *Enseñar y aprender Matemáticas: del Instituto a la Universidad.* Obtenido de <http://eprints.ucm.es/9538/1/ensenariyaprender.pdf>
- Rodríguez, W. (1999). El Legado de Vygotsky y Piaget a la educación. *Revista latinoamericana de psicología*, 31(3), 477-489. Obtenido de <http://www.redalyc.org/pdf/805/80531304.pdf>.
- S Hidalgo, A. M. (2004). *¿Por qué se rechazan las Matemáticas? Análisis evolutivo y multivariante de actitudes relevantes hacia las Matemáticas. Revista de Educación*, 1(334). Obtenido de <http://www.iesezequielgonzalez.com/mat>
- Stewart, I. (2008). *Historia de las Matemáticas en los últimos 10 000 años.* Barcelona: Crítica.
- Tovar, A. (2001). *Las Matemáticas ¿Son difíciles de aprender? o, por lo menos, ¿Aprender? ¡El constructivismo una respuesta!* Obtenido de <http://dcb.fi-c.unam.mx/Eventos/ForoMatematicas2/memorias2/ponencias/53.pdf>.



## ANEXOS

DIRECCION WEB:

[https://www.youtube.com/channel/UCuJ6c4mP4KYOQCpoRTvWyhQ?view\\_as=subscriber](https://www.youtube.com/channel/UCuJ6c4mP4KYOQCpoRTvWyhQ?view_as=subscriber)



LINKS DE DESCARGA PDF

<https://drive.google.com/open?id=0B2y72zEv-Q1wRV9iejc3cEViSDA>



## ENCUESTAS



UNIVERSIDAD DE CUENCA

FACULTAD DE FILOSOFÍA, LETRAS Y CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN

CARRERA DE MATEMÁTICAS Y FÍSICA

Nombre: Omar Sucuzhañay

Estimado compañero/a:

El presente cuestionario tiene como finalidad recolectar datos importantes para realizar el trabajo de titulación, que consiste en la elaboración de vídeos tutoriales como apoyo a la base matemática del Electromagnetismo. En virtud a lo anterior, se le agradecerá de forma muy especial su predisposición para responder las preguntas que encontrará a continuación. No está demás enfatizar que los datos que usted exponga, serán tratados con profesionalismo, discreción y responsabilidad. Muchas gracias.

INSTRUCCIONES: Conteste las siguientes interrogantes con veracidad y honestidad de acuerdo a las experiencias que ha vivido como estudiante durante su vida estudiantil universitaria.

1. ¿Le gustaría contar con un canal propio en YouTube que perteneciera a la carrera de Matemáticas y Física que contenga vídeos que le ayuden a entender temas estudiados durante la carrera?

SI	<input checked="" type="checkbox"/>
NO	<input type="checkbox"/>

¿POR QUÉ?

Es algo novedoso y ayuda a la difusión de la carrera  
además de a conocer el potencial de los alumnos

2. Cree Ud. que los videos tutoriales son una herramienta de apoyo que sirve para mejorar el aprendizaje.

SI	<input checked="" type="checkbox"/>
NO	<input type="checkbox"/>

3. En la propuesta se realizará vídeos e instructivos como apoyo a la base matemática del Electromagnetismo, en los cuales encontrará clases dadas por dos estudiantes, gráficas tridimensionales hechas en computadora y ejercicios adicionales. ¿Qué otro elemento sugiere que se puede incluir?

Páginas con ejercicios adicionales y que tengan los  
respuestas a los mismos

"La educación no cambia el mundo:  
 Cambia a las personas que van a cambiar el mundo"  
 Paulo Freire



4. Además de su libro de Electromagnetismo. ¿Señale qué otros recursos considera que lo apoyan en su aprendizaje del Análisis Vectorial? (Puede señalar más de una opción)

VÍDEOS	<input checked="" type="checkbox"/>	OTROS	
DIAPOSITIVAS			
LIBROS ELECTRÓNICOS	<input checked="" type="checkbox"/>		
GRAFICADORAS ONLINE	<input checked="" type="checkbox"/>		

5. ¿Cuánto cree que hubiera contribuido a su aprendizaje el contar con vídeos sobre el Análisis Vectorial y ejercicios adicionales aplicados al Electromagnetismo?

BASTANTE	<input checked="" type="checkbox"/>
POCO	
MUY POCO	
NADA	

6. Si Ud. Hubiese tenido a su disposición vídeos del Análisis Vectorial que contengan gráficas hechas en computadora, ¿los hubiese consultado para mejorar su comprensión del Electromagnetismo?

SIEMPRE	<input checked="" type="checkbox"/>
CASI SIEMPRE	
A VECES	
NUNCA	

7. ¿Considera suficientes las horas clases destinadas a la nivelación matemática de la asignatura Electromagnetismo para entender por completo los temas del Análisis Vectorial?

SI	
NO	<input checked="" type="checkbox"/>

¿POR QUÉ?

*Son pocas las horas para abordar temas que duran por lo general en ciclo entero*

8. ¿Cuál hubiese sido su nivel de aprendizaje en la asignatura de Electromagnetismo, si hubiera contado con los recursos adecuados como vídeos tutoriales, que le permitan estudiar en su hogar u otro sitio diferente a la universidad?

MUY SATISFACTORIO	<input checked="" type="checkbox"/>
SATISFACTORIO	
POCO SATISFACTORIO	
NADA SATISFACTORIO	

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN

*"La educación no cambia el mundo:  
Cambia a las personas que van a cambiar el mundo"*  
Paulo Freire



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

## FACULTAD DE FILOSOFÍA, LETRAS Y CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN

## CARRERA DE MATEMÁTICAS Y FÍSICA

Nombre: Retha Cedeno

Estimado compañero/a:

El presente cuestionario tiene como finalidad recolectar datos importantes para realizar el trabajo de titulación, que consiste en la elaboración de videos tutoriales como apoyo a la base matemática del Electromagnetismo. En virtud a lo anterior, se le agradecerá de forma muy especial su predisposición para responder las preguntas que encontrará a continuación. No está demás enfatizar que los datos que usted exponga, serán tratados con profesionalismo, discreción y responsabilidad. Muchas gracias.

INSTRUCCIONES: Conteste las siguientes interrogantes con veracidad y honestidad de acuerdo a las experiencias que ha vivido como estudiante durante su vida estudiantil universitaria.

1. ¿Le gustaría contar con un canal propio en YouTube que perteneciera a la carrera de Matemáticas y Física que contenga videos que le ayuden a entender temas estudiados durante la carrera?

SI	<input checked="" type="checkbox"/>
NO	<input type="checkbox"/>

¿POR QUÉ?

Si, ya que son muy útiles para entender un tema desconocido.

2. Cree Ud. que los videos tutoriales son una herramienta de apoyo que sirve para mejorar el aprendizaje.

SI	<input checked="" type="checkbox"/>
NO	<input type="checkbox"/>

3. En la propuesta se realizará videos e instructivos como apoyo a la base matemática del Electromagnetismo, en los cuales encontrará clases dadas por dos estudiantes, gráficas tridimensionales hechas en computadora y ejercicios adicionales. ¿Qué otro elemento sugiere que se puede incluir?

Actividades con aplicaciones relacionadas a la vida real para entender la utilidad del Electromagnetismo en la vida cotidiana.

*"La educación no cambia el mundo:  
Cambia a las personas que van a cambiar el mundo"*  
Paulo Freire





4. Además de su libro de Electromagnetismo. ¿Señale qué otros recursos considera que lo apoyan en su aprendizaje del Análisis Vectorial? (Puede señalar más de una opción)

VÍDEOS	<input checked="" type="checkbox"/>	OTROS	
DIAPOSITIVAS	<input type="checkbox"/>		
LIBROS ELECTRÓNICOS	<input checked="" type="checkbox"/>		
GRAFICADORAS ONLINE	<input checked="" type="checkbox"/>		

5. ¿Cuánto cree que hubiera contribuido a su aprendizaje el contar con vídeos sobre el Análisis Vectorial y ejercicios adicionales aplicados al Electromagnetismo?

BASTANTE	<input checked="" type="checkbox"/>
POCO	<input type="checkbox"/>
MUY POCO	<input type="checkbox"/>
NADA	<input type="checkbox"/>

6. Si Ud. Hubiese tenido a su disposición vídeos del Análisis Vectorial que contengan gráficas hechas en computadora, ¿los hubiese consultado para mejorar su comprensión del Electromagnetismo?

SIEMPRE	<input checked="" type="checkbox"/>
CASI SIEMPRE	<input type="checkbox"/>
A VECES	<input type="checkbox"/>
NUNCA	<input type="checkbox"/>

7. ¿Considera suficientes las horas clases destinadas a la nivelación matemática de la asignatura Electromagnetismo para entender por completo los temas del Análisis Vectorial?

SI	<input type="checkbox"/>
NO	<input checked="" type="checkbox"/>

¿POR QUÉ?

Porque el análisis vectorial es muy amplio y se necesita de mas tiempo para abarcar todos los temas.

8. ¿Cuál hubiese sido su nivel de aprendizaje en la asignatura de Electromagnetismo, si hubiera contado con los recursos adecuados como vídeos tutoriales, que le permitan estudiar en su hogar u otro sitio diferente a la universidad?

MUY SATISFACTORIO	<input checked="" type="checkbox"/>
SATISFACTORIO	<input type="checkbox"/>
POCO SATISFACTORIO	<input type="checkbox"/>
NADA SATISFACTORIO	<input type="checkbox"/>

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN

*"La educación no cambia el mundo:  
Cambia a las personas que van a cambiar el mundo"*  
Paulo Freire





## UNIVERSIDAD DE CUENCA

## FACULTAD DE FILOSOFÍA, LETRAS Y CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN

## CARRERA DE MATEMÁTICAS Y FÍSICA

Nombre: León Huaraca

Estimado compañero/a:

El presente cuestionario tiene como finalidad recolectar datos importantes para realizar el trabajo de titulación, que consiste en la elaboración de videos tutoriales como apoyo a la base matemática del Electromagnetismo. En virtud a lo anterior, se le agradecerá de forma muy especial su predisposición para responder las preguntas que encontrará a continuación. No está demás enfatizar que los datos que usted exponga, serán tratados con profesionalismo, discreción y responsabilidad. Muchas gracias.

INSTRUCCIONES: Conteste las siguientes interrogantes con veracidad y honestidad de acuerdo a las experiencias que ha vivido como estudiante durante su vida estudiantil universitaria.

1. ¿Le gustaría contar con un canal propio en YouTube que perteneciera a la carrera de Matemáticas y Física que contenga videos que le ayuden a entender temas estudiados durante la carrera?

SI	<input checked="" type="checkbox"/>
NO	<input type="checkbox"/>

¿POR QUÉ?

---



---

2. Cree Ud. que los videos tutoriales son una herramienta de apoyo que sirve para mejorar el aprendizaje.

SI	<input checked="" type="checkbox"/>
NO	<input type="checkbox"/>

3. En la propuesta se realizará videos e instructivos como apoyo a la base matemática del Electromagnetismo, en los cuales encontrará clases dadas por dos estudiantes, gráficas tridimensionales hechas en computadora y ejercicios adicionales. ¿Qué otro elemento sugiere que se puede incluir?

Tutoriales de como usar algun software de matemáticas  
o física

*"La educación no cambia el mundo:  
 Cambia a las personas que van a cambiar el mundo"*  
 Paulo Freire



4. Además de su libro de Electromagnetismo. ¿Señale qué otros recursos considera que lo apoyan en su aprendizaje del Análisis Vectorial? (Puede señalar más de una opción)

VÍDEOS	<input checked="" type="checkbox"/>	OTROS	
DIAPPOSITIVAS	<input type="checkbox"/>		
LIBROS ELECTRÓNICOS	<input type="checkbox"/>		
GRAFICADORAS ONLINE	<input checked="" type="checkbox"/>		

5. ¿Cuánto cree que hubiera contribuido a su aprendizaje el contar con vídeos sobre el Análisis Vectorial y ejercicios adicionales aplicados al Electromagnetismo?

BASTANTE	<input checked="" type="checkbox"/>
POCO	<input type="checkbox"/>
MUY POCO	<input type="checkbox"/>
NADA	<input type="checkbox"/>

6. Si Ud. Hubiese tenido a su disposición vídeos del Análisis Vectorial que contengan gráficas hechas en computadora, ¿los hubiese consultado para mejorar su comprensión del Electromagnetismo?

SIEMPRE	<input checked="" type="checkbox"/>
CASI SIEMPRE	<input type="checkbox"/>
A VECES	<input type="checkbox"/>
NUNCA	<input type="checkbox"/>

7. ¿Considera suficientes las horas clases destinadas a la nivelación matemática de la asignatura Electromagnetismo para entender por completo los temas del Análisis Vectorial?

SI	<input type="checkbox"/>
NO	<input checked="" type="checkbox"/>

¿POR QUÉ?

---



---



---

8. ¿Cuál hubiese sido su nivel de aprendizaje en la asignatura de Electromagnetismo, si hubiera contado con los recursos adecuados como vídeos tutoriales, que le permitan estudiar en su hogar u otro sitio diferente a la universidad?

MUY SATISFACTORIO	<input type="checkbox"/>
SATISFACTORIO	<input checked="" type="checkbox"/>
POCO SATISFACTORIO	<input type="checkbox"/>
NADA SATISFACTORIO	<input type="checkbox"/>

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN

*"La educación no cambia el mundo:  
Cambia a las personas que van a cambiar el mundo"*  
Paulo Freire



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

## FACULTAD DE FILOSOFÍA, LETRAS Y CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN

## CARRERA DE MATEMÁTICAS Y FÍSICA

Nombre: Diego Fajardo Tigre

Estimado compañero/a:

El presente cuestionario tiene como finalidad recolectar datos importantes para realizar el trabajo de titulación, que consiste en la elaboración de videos tutoriales como apoyo a la base matemática del Electromagnetismo. En virtud a lo anterior, se le agradecerá de forma muy especial su predisposición para responder las preguntas que encontrará a continuación. No está demás enfatizar que los datos que usted exponga, serán tratados con profesionalismo, discreción y responsabilidad. Muchas gracias.

INSTRUCCIONES: Conteste las siguientes interrogantes con veracidad y honestidad de acuerdo a las experiencias que ha vivido como estudiante durante su vida estudiantil universitaria.

1. ¿Le gustaría contar con un canal propio en YouTube que perteneciera a la carrera de Matemáticas y Física que contenga videos que le ayuden a entender temas estudiados durante la carrera?

SI	<input checked="" type="checkbox"/>
NO	<input type="checkbox"/>

¿POR QUÉ?

Serviría de gran ayuda para recordar y entender los temas que se ven, ya que siempre debemos estar estudiando para una mejor enseñanza.

2. Cree Ud. que los videos tutoriales son una herramienta de apoyo que sirve para mejorar el aprendizaje.

SI	<input checked="" type="checkbox"/>
NO	<input type="checkbox"/>

3. En la propuesta se realizará videos e instructivos como apoyo a la base matemática del Electromagnetismo, en los cuales encontrará clases dadas por dos estudiantes, gráficas tridimensionales hechas en computadora y ejercicios adicionales. ¿Qué otro elemento sugiere que se puede incluir?

Como una sugerencia podrían incluir en si maquetas,

*"La educación no cambia el mundo:  
Cambia a las personas que van a cambiar el mundo"*  
Paulo Freire



4. Además de su libro de Electromagnetismo. ¿Señale qué otros recursos considera que lo apoyan en su aprendizaje del Análisis Vectorial? (Puede señalar más de una opción)

VÍDEOS	<input checked="" type="checkbox"/>	OTROS	<input checked="" type="checkbox"/>
DIAPPOSITIVAS	<input checked="" type="checkbox"/>	Maquetas.	
LIBROS ELECTRÓNICOS	<input checked="" type="checkbox"/>		
GRAFICADORAS ONLINE	<input checked="" type="checkbox"/>		

5. ¿Cuánto cree que hubiera contribuido a su aprendizaje el contar con vídeos sobre el Análisis Vectorial y ejercicios adicionales aplicados al Electromagnetismo?

BASTANTE	<input checked="" type="checkbox"/>
POCO	<input type="checkbox"/>
MUY POCO	<input type="checkbox"/>
NADA	<input type="checkbox"/>

6. Si Ud. Hubiese tenido a su disposición vídeos del Análisis Vectorial que contengan gráficas hechas en computadora, ¿los hubiese consultado para mejorar su comprensión del Electromagnetismo?

SIEMPRE	<input type="checkbox"/>
CASI SIEMPRE	<input checked="" type="checkbox"/>
A VECES	<input type="checkbox"/>
NUNCA	<input type="checkbox"/>

7. ¿Considera suficientes las horas clases destinadas a la nivelación matemática de la asignatura Electromagnetismo para entender por completo los temas del Análisis Vectorial?

SI	<input type="checkbox"/>
NO	<input checked="" type="checkbox"/>

¿POR QUÉ?

La enseñanza del mismo se necesita de un tiempo largo ya que es una materia compleja.

8. ¿Cuál hubiese sido su nivel de aprendizaje en la asignatura de Electromagnetismo, si hubiera contado con los recursos adecuados como vídeos tutoriales, que le permitan estudiar en su hogar u otro sitio diferente a la universidad?

MUY SATISFACTORIO	<input type="checkbox"/>
SATISFACTORIO	<input checked="" type="checkbox"/>
POCO SATISFACTORIO	<input type="checkbox"/>
NADA SATISFACTORIO	<input type="checkbox"/>

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN

*"La educación no cambia el mundo:  
Cambia a las personas que van a cambiar el mundo"*  
Paulo Freire



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

## FACULTAD DE FILOSOFÍA, LETRAS Y CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN

## CARRERA DE MATEMÁTICAS Y FÍSICA

Nombre: 

Estimado compañero/a:

El presente cuestionario tiene como finalidad recolectar datos importantes para realizar el trabajo de titulación, que consiste en la elaboración de videos tutoriales como apoyo a la base matemática del Electromagnetismo. En virtud a lo anterior, se le agradecerá de forma muy especial su predisposición para responder las preguntas que encontrará a continuación. No está demás enfatizar que los datos que usted exponga, serán tratados con profesionalismo, discreción y responsabilidad. Muchas gracias.

INSTRUCCIONES: Conteste las siguientes interrogantes con veracidad y honestidad de acuerdo a las experiencias que ha vivido como estudiante durante su vida estudiantil universitaria.

1. ¿Le gustaría contar con un canal propio en YouTube que perteneciera a la carrera de Matemáticas y Física que contenga videos que le ayuden a entender temas estudiados durante la carrera?

SI	<input checked="" type="checkbox"/>
NO	<input type="checkbox"/>

¿POR QUÉ?

seria de mucha ayuda.

2. Cree Ud. que los videos tutoriales son una herramienta de apoyo que sirve para mejorar el aprendizaje.

SI	<input checked="" type="checkbox"/>
NO	<input type="checkbox"/>

3. En la propuesta se realizará videos e instructivos como apoyo a la base matemática del Electromagnetismo, en los cuales encontrará clases dadas por dos estudiantes, gráficas tridimensionales hechas en computadora y ejercicios adicionales. ¿Qué otro elemento sugiere que se puede incluir?

---



---



---

*"La educación no cambia el mundo:  
Cambia a las personas que van a cambiar el mundo"*  
Paulo Freire





4. Además de su libro de Electromagnetismo. ¿Señale qué otros recursos considera que lo apoyan en su aprendizaje del Análisis Vectorial? (Puede señalar más de una opción)

VÍDEOS	<input type="checkbox"/>	OTROS	<input type="checkbox"/>
DIAPPOSITIVAS	<input type="checkbox"/>		
LIBROS ELECTRÓNICOS	<input checked="" type="checkbox"/>		
GRAFICADORAS ONLINE	<input type="checkbox"/>		

5. ¿Cuánto cree que hubiera contribuido a su aprendizaje el contar con vídeos sobre el Análisis Vectorial y ejercicios adicionales aplicados al Electromagnetismo?

BASTANTE	<input checked="" type="checkbox"/>
POCO	<input type="checkbox"/>
MUY POCO	<input type="checkbox"/>
NADA	<input type="checkbox"/>

6. Si Ud. Hubiese tenido a su disposición vídeos del Análisis Vectorial que contengan gráficas hechas en computadora, ¿los hubiese consultado para mejorar su comprensión del Electromagnetismo?

SIEMPRE	<input type="checkbox"/>
CASI SIEMPRE	<input type="checkbox"/>
A VECES	<input checked="" type="checkbox"/>
NUNCA	<input type="checkbox"/>

7. ¿Considera suficientes las horas clases destinadas a la nivelación matemática de la asignatura Electromagnetismo para entender por completo los temas del Análisis Vectorial?

SI	<input type="checkbox"/>
NO	<input checked="" type="checkbox"/>

¿POR QUÉ?

El campo es extenso.

8. ¿Cuál hubiese sido su nivel de aprendizaje en la asignatura de Electromagnetismo, si hubiera contado con los recursos adecuados como vídeos tutoriales, que le permitan estudiar en su hogar u otro sitio diferente a la universidad?

MUY SATISFACTORIO	<input checked="" type="checkbox"/>
SATISFACTORIO	<input type="checkbox"/>
POCO SATISFACTORIO	<input type="checkbox"/>
NADA SATISFACTORIO	<input type="checkbox"/>

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN

*"La educación no cambia el mundo:  
Cambia a las personas que van a cambiar el mundo"*  
Paulo Freire



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

## FACULTAD DE FILOSOFÍA, LETRAS Y CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN

## CARRERA DE MATEMÁTICAS Y FÍSICA

Nombre: Luis Moscoso Moscoso

Estimado compañero/a:

El presente cuestionario tiene como finalidad recolectar datos importantes para realizar el trabajo de titulación, que consiste en la elaboración de videos tutoriales como apoyo a la base matemática del Electromagnetismo. En virtud a lo anterior, se le agradecerá de forma muy especial su predisposición para responder las preguntas que encontrará a continuación. No está demás enfatizar que los datos que usted exponga, serán tratados con profesionalismo, discreción y responsabilidad. Muchas gracias.

INSTRUCCIONES: Conteste las siguientes interrogantes con veracidad y honestidad de acuerdo a las experiencias que ha vivido como estudiante durante su vida estudiantil universitaria.

1. ¿Le gustaría contar con un canal propio en YouTube que perteneciera a la carrera de Matemáticas y Física que contenga videos que le ayuden a entender temas estudiados durante la carrera?

SI	<input checked="" type="checkbox"/>
NO	<input type="checkbox"/>

¿POR QUÉ?

---



---



---

2. Cree Ud. que los videos tutoriales son una herramienta de apoyo que sirve para mejorar el aprendizaje.

SI	<input checked="" type="checkbox"/>
NO	<input type="checkbox"/>

3. En la propuesta se realizará videos e instructivos como apoyo a la base matemática del Electromagnetismo, en los cuales encontrará clases dadas por dos estudiantes, gráficas tridimensionales hechas en computadora y ejercicios adicionales. ¿Qué otro elemento sugiere que se puede incluir?

---



---



---

*"La educación no cambia el mundo:  
Cambia a las personas que van a cambiar el mundo"*  
Paulo Freire



4. Además de su libro de Electromagnetismo. ¿Señale qué otros recursos considera que lo apoyan en su aprendizaje del Análisis Vectorial? (Puede señalar más de una opción)

VÍDEOS	<input checked="" type="checkbox"/>	OTROS	<input type="checkbox"/>
DIAPPOSITIVAS	<input type="checkbox"/>		
LIBROS ELECTRÓNICOS	<input type="checkbox"/>		
GRAFICADORAS ONLINE	<input type="checkbox"/>		

5. ¿Cuánto cree que hubiera contribuido a su aprendizaje el contar con vídeos sobre el Análisis Vectorial y ejercicios adicionales aplicados al Electromagnetismo?

BASTANTE	<input checked="" type="checkbox"/>
POCO	<input type="checkbox"/>
MUY POCO	<input type="checkbox"/>
NADA	<input type="checkbox"/>

6. Si Ud. Hubiese tenido a su disposición vídeos del Análisis Vectorial que contengan gráficas hechas en computadora, ¿los hubiese consultado para mejorar su comprensión del Electromagnetismo?

SIEMPRE	<input type="checkbox"/>
CASI SIEMPRE	<input checked="" type="checkbox"/>
A VECES	<input type="checkbox"/>
NUNCA	<input type="checkbox"/>

7. ¿Considera suficientes las horas clases destinadas a la nivelación matemática de la asignatura Electromagnetismo para entender por completo los temas del Análisis Vectorial?

SI	<input type="checkbox"/>
NO	<input checked="" type="checkbox"/>

¿POR QUÉ?

---



---



---

8. ¿Cuál hubiese sido su nivel de aprendizaje en la asignatura de Electromagnetismo, si hubiera contado con los recursos adecuados como vídeos tutoriales, que le permitan estudiar en su hogar u otro sitio diferente a la universidad?

MUY SATISFACTORIO	<input checked="" type="checkbox"/>
SATISFACTORIO	<input type="checkbox"/>
POCO SATISFACTORIO	<input type="checkbox"/>
NADA SATISFACTORIO	<input type="checkbox"/>

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN

*"La educación no cambia el mundo:  
Cambia a las personas que van a cambiar el mundo"*  
Paulo Freire





## UNIVERSIDAD DE CUENCA

## FACULTAD DE FILOSOFÍA, LETRAS Y CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN

## CARRERA DE MATEMÁTICAS Y FÍSICA

Nombre:

*Elizabeth Ordóñez*

Estimado compañero/a:

El presente cuestionario tiene como finalidad recolectar datos importantes para realizar el trabajo de titulación, que consiste en la elaboración de videos tutoriales como apoyo a la base matemática del Electromagnetismo. En virtud a lo anterior, se le agradecerá de forma muy especial su predisposición para responder las preguntas que encontrará a continuación. No está demás enfatizar que los datos que usted exponga, serán tratados con profesionalismo, discreción y responsabilidad. Muchas gracias.

INSTRUCCIONES: Conteste las siguientes interrogantes con veracidad y honestidad de acuerdo a las experiencias que ha vivido como estudiante durante su vida estudiantil universitaria.

1. ¿Le gustaría contar con un canal propio en YouTube que perteneciera a la carrera de Matemáticas y Física que contenga videos que le ayuden a entender temas estudiados durante la carrera?

SI	<input checked="" type="checkbox"/>
NO	<input type="checkbox"/>

¿POR QUÉ?

*Reservorios los cuales de hecho dada.*

2. Cree Ud. que los videos tutoriales son una herramienta de apoyo que sirve para mejorar el aprendizaje.

SI	<input checked="" type="checkbox"/>
NO	<input type="checkbox"/>

3. En la propuesta se realizará videos e instructivos como apoyo a la base matemática del Electromagnetismo, en los cuales encontrará clases dadas por dos estudiantes, gráficas tridimensionales hechas en computadora y ejercicios adicionales. ¿Qué otro elemento sugiere que se puede incluir?

---



---



---

*"La educación no cambia el mundo:  
Cambia a las personas que van a cambiar el mundo"*  
Paulo Freire



4. Además de su libro de Electromagnetismo. ¿Señale qué otros recursos considera que lo apoyan en su aprendizaje del Análisis Vectorial? (Puede señalar más de una opción)

VÍDEOS	<input checked="" type="checkbox"/>	OTROS	<input type="checkbox"/>
DIAPPOSITIVAS	<input type="checkbox"/>		
LIBROS ELECTRÓNICOS	<input type="checkbox"/>		
GRAFICADORAS ONLINE	<input checked="" type="checkbox"/>		

5. ¿Cuánto cree que hubiera contribuido a su aprendizaje el contar con vídeos sobre el Análisis Vectorial y ejercicios adicionales aplicados al Electromagnetismo?

BASTANTE	<input checked="" type="checkbox"/>
POCO	<input type="checkbox"/>
MUY POCO	<input type="checkbox"/>
NADA	<input type="checkbox"/>

6. Si Ud. Hubiese tenido a su disposición vídeos del Análisis Vectorial que contengan gráficas hechas en computadora, ¿los hubiese consultado para mejorar su comprensión del Electromagnetismo?

SIEMPRE	<input checked="" type="checkbox"/>
CASI SIEMPRE	<input type="checkbox"/>
A VECES	<input type="checkbox"/>
NUNCA	<input type="checkbox"/>

7. ¿Considera suficientes las horas clases destinadas a la nivelación matemática de la asignatura Electromagnetismo para entender por completo los temas del Análisis Vectorial?

SI	<input type="checkbox"/>
NO	<input checked="" type="checkbox"/>

¿POR QUÉ?

*Si no se entiende la matemática por más tiempo o menos, no se entendería la asignatura*

8. ¿Cuál hubiese sido su nivel de aprendizaje en la asignatura de Electromagnetismo, si hubiera contado con los recursos adecuados como vídeos tutoriales, que le permitan estudiar en su hogar u otro sitio diferente a la universidad?

MUY SATISFACTORIO	<input checked="" type="checkbox"/>
SATISFACTORIO	<input type="checkbox"/>
POCO SATISFACTORIO	<input type="checkbox"/>
NADA SATISFACTORIO	<input type="checkbox"/>

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN

*"La educación no cambia el mundo:  
Cambia a las personas que van a cambiar el mundo"*  
Paulo Freire



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

## FACULTAD DE FILOSOFÍA, LETRAS Y CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN

## CARRERA DE MATEMÁTICAS Y FÍSICA

Nombre: 

Estimado compañero/a:

El presente cuestionario tiene como finalidad recolectar datos importantes para realizar el trabajo de titulación, que consiste en la elaboración de videos tutoriales como apoyo a la base matemática del Electromagnetismo. En virtud a lo anterior, se le agradecerá de forma muy especial su predisposición para responder las preguntas que encontrará a continuación. No está demás enfatizar que los datos que usted exponga, serán tratados con profesionalismo, discreción y responsabilidad. Muchas gracias.

INSTRUCCIONES: Conteste las siguientes interrogantes con veracidad y honestidad de acuerdo a las experiencias que ha vivido como estudiante durante su vida estudiantil universitaria.

1. ¿Le gustaría contar con un canal propio en YouTube que perteneciera a la carrera de Matemáticas y Física que contenga videos que le ayuden a entender temas estudiados durante la carrera?

SI	X
NO	

¿POR QUÉ?

Son de gran apoyo para el aprendizaje.

2. Cree Ud. que los videos tutoriales son una herramienta de apoyo que sirve para mejorar el aprendizaje.

SI	X
NO	

3. En la propuesta se realizará videos e instructivos como apoyo a la base matemática del Electromagnetismo, en los cuales encontrará clases dadas por dos estudiantes, gráficas tridimensionales hechas en computadora y ejercicios adicionales. ¿Qué otro elemento sugiere que se puede incluir?

Consultas en línea.

*"La educación no cambia el mundo:  
Cambia a las personas que van a cambiar el mundo"*  
Paulo Freire



4. Además de su libro de Electromagnetismo. ¿Señale qué otros recursos considera que lo apoyan en su aprendizaje del Análisis Vectorial? (Puede señalar más de una opción)

VÍDEOS	<input checked="" type="checkbox"/>	OTROS	
DIAPPOSITIVAS	<input type="checkbox"/>		
LIBROS ELECTRÓNICOS	<input type="checkbox"/>		
GRAFICADORAS ONLINE	<input checked="" type="checkbox"/>		

5. ¿Cuánto cree que hubiera contribuido a su aprendizaje el contar con vídeos sobre el Análisis Vectorial y ejercicios adicionales aplicados al Electromagnetismo?

BASTANTE	<input checked="" type="checkbox"/>
POCO	<input type="checkbox"/>
MUY POCO	<input type="checkbox"/>
NADA	<input type="checkbox"/>

6. Si Ud. Hubiese tenido a su disposición vídeos del Análisis Vectorial que contengan gráficas hechas en computadora, ¿los hubiese consultado para mejorar su comprensión del Electromagnetismo?

SIEMPRE	<input type="checkbox"/>
CASI SIEMPRE	<input checked="" type="checkbox"/>
A VECES	<input type="checkbox"/>
NUNCA	<input type="checkbox"/>

7. ¿Considera suficientes las horas clases destinadas a la nivelación matemática de la asignatura Electromagnetismo para entender por completo los temas del Análisis Vectorial?

SI	<input checked="" type="checkbox"/>
NO	<input type="checkbox"/>

¿POR QUÉ?

La nivelación matemática es materia de  
cursos anteriores

8. ¿Cuál hubiese sido su nivel de aprendizaje en la asignatura de Electromagnetismo, si hubiera contado con los recursos adecuados como vídeos tutoriales, que le permitan estudiar en su hogar u otro sitio diferente a la universidad?

MUY SATISFACTORIO	<input checked="" type="checkbox"/>
SATISFACTORIO	<input type="checkbox"/>
POCO SATISFACTORIO	<input type="checkbox"/>
NADA SATISFACTORIO	<input type="checkbox"/>

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN

*"La educación no cambia el mundo:  
Cambia a las personas que van a cambiar el mundo"*  
Paulo Freire



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

## FACULTAD DE FILOSOFÍA, LETRAS Y CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN

## CARRERA DE MATEMÁTICAS Y FÍSICA

Nombre: Marcho Daza

Estimado compañero/a:

El presente cuestionario tiene como finalidad recolectar datos importantes para realizar el trabajo de titulación, que consiste en la elaboración de videos tutoriales como apoyo a la base matemática del Electromagnetismo. En virtud a lo anterior, se le agradecerá de forma muy especial su predisposición para responder las preguntas que encontrará a continuación. No está demás enfatizar que los datos que usted exponga, serán tratados con profesionalismo, discreción y responsabilidad. Muchas gracias.

INSTRUCCIONES: Conteste las siguientes interrogantes con veracidad y honestidad de acuerdo a las experiencias que ha vivido como estudiante durante su vida estudiantil universitaria.

1. ¿Le gustaría contar con un canal propio en YouTube que perteneciera a la carrera de Matemáticas y Física que contenga videos que le ayuden a entender temas estudiados durante la carrera?

SI	<input checked="" type="checkbox"/>
NO	<input type="checkbox"/>

¿POR QUÉ?

Le veo necesario ya que un tutorial es de mucha ayuda para entender bien un tema, y sobre todo si es un video dinámico y de fácil comprensión en el tema.

2. Cree Ud. que los videos tutoriales son una herramienta de apoyo que sirve para mejorar el aprendizaje.

SI	<input checked="" type="checkbox"/>
NO	<input type="checkbox"/>

3. En la propuesta se realizará videos e instructivos como apoyo a la base matemática del Electromagnetismo, en los cuales encontrará clases dadas por dos estudiantes, gráficas tridimensionales hechas en computadora y ejercicios adicionales. ¿Qué otro elemento sugiere que se puede incluir?

Aplicaciones

*"La educación no cambia el mundo:  
Cambia a las personas que van a cambiar el mundo"*  
Paulo Freire





4. Además de su libro de Electromagnetismo. ¿Señale qué otros recursos considera que lo apoyan en su aprendizaje del Análisis Vectorial? (Puede señalar más de una opción)

VÍDEOS	<input type="checkbox"/>	OTROS	<input type="checkbox"/>
DIPOSITIVAS	<input type="checkbox"/>		
LIBROS ELECTRÓNICOS	<input checked="" type="checkbox"/>		
GRAFICADORAS ONLINE	<input checked="" type="checkbox"/>		

5. ¿Cuánto cree que hubiera contribuido a su aprendizaje el contar con vídeos sobre el Análisis Vectorial y ejercicios adicionales aplicados al Electromagnetismo?

BASTANTE	<input type="checkbox"/>
POCO	<input type="checkbox"/>
MUY POCO	<input checked="" type="checkbox"/>
NADA	<input type="checkbox"/>

6. Si Ud. Hubiese tenido a su disposición vídeos del Análisis Vectorial que contengan gráficas hechas en computadora, ¿los hubiese consultado para mejorar su comprensión del Electromagnetismo?

SIEMPRE	<input type="checkbox"/>
CASI SIEMPRE	<input type="checkbox"/>
A VECES	<input checked="" type="checkbox"/>
NUNCA	<input type="checkbox"/>

7. ¿Considera suficientes las horas clases destinadas a la nivelación matemática de la asignatura Electromagnetismo para entender por completo los temas del Análisis Vectorial?

SI	<input checked="" type="checkbox"/>
NO	<input type="checkbox"/>

¿POR QUÉ?

Debido a que el docente la impartió, mas dió de una forma muy resumida y clara.

8. ¿Cuál hubiese sido su nivel de aprendizaje en la asignatura de Electromagnetismo, si hubiera contado con los recursos adecuados como vídeos tutoriales, que le permitan estudiar en su hogar u otro sitio diferente a la universidad?

MUY SATISFACTORIO	<input type="checkbox"/>
SATISFACTORIO	<input type="checkbox"/>
POCO SATISFACTORIO	<input checked="" type="checkbox"/>
NADA SATISFACTORIO	<input type="checkbox"/>

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN

*"La educación no cambia el mundo:  
Cambia a las personas que van a cambiar el mundo"*  
Paulo Freire



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

## FACULTAD DE FILOSOFÍA, LETRAS Y CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN

## CARRERA DE MATEMÁTICAS Y FÍSICA

Nombre: Elena Uzcá Galarza

Estimado compañero/a:

El presente cuestionario tiene como finalidad recolectar datos importantes para realizar el trabajo de titulación, que consiste en la elaboración de videos tutoriales como apoyo a la base matemática del Electromagnetismo. En virtud a lo anterior, se le agradecerá de forma muy especial su predisposición para responder las preguntas que encontrará a continuación. No está demás enfatizar que los datos que usted exponga, serán tratados con profesionalismo, discreción y responsabilidad. Muchas gracias.

INSTRUCCIONES: Conteste las siguientes interrogantes con veracidad y honestidad de acuerdo a las experiencias que ha vivido como estudiante durante su vida estudiantil universitaria.

1. ¿Le gustaría contar con un canal propio en YouTube que perteneciera a la carrera de Matemáticas y Física que contenga videos que le ayuden a entender temas estudiados durante la carrera?

SI	<input checked="" type="checkbox"/>
NO	<input type="checkbox"/>

¿POR QUÉ?

Es parte del estudio en casa y es importante para las personas que aprenden lento.

2. Cree Ud. que los videos tutoriales son una herramienta de apoyo que sirve para mejorar el aprendizaje.

SI	<input checked="" type="checkbox"/>
NO	<input type="checkbox"/>

3. En la propuesta se realizará videos e instructivos como apoyo a la base matemática del Electromagnetismo, en los cuales encontrará clases dadas por dos estudiantes, gráficas tridimensionales hechas en computadora y ejercicios adicionales. ¿Qué otro elemento sugiere que se puede incluir?

Material concreto, maquetas

*"La educación no cambia el mundo:  
Cambia a las personas que van a cambiar el mundo"*  
Paulo Freire



4. Además de su libro de Electromagnetismo. ¿Señale qué otros recursos considera que lo apoyan en su aprendizaje del Análisis Vectorial? (Puede señalar más de una opción)

VÍDEOS		OTROS	
DIAPOSITIVAS			
LIBROS ELECTRÓNICOS	<input checked="" type="checkbox"/>		
GRAFICADORAS ONLINE			

5. ¿Cuánto cree que hubiera contribuido a su aprendizaje el contar con vídeos sobre el Análisis Vectorial y ejercicios adicionales aplicados al Electromagnetismo?

BASTANTE	
POCO	<input checked="" type="checkbox"/>
MUY POCO	
NADA	

6. Si Ud. Hubiese tenido a su disposición vídeos del Análisis Vectorial que contengan gráficas hechas en computadora, ¿los hubiese consultado para mejorar su comprensión del Electromagnetismo?

SIEMPRE	
CASI SIEMPRE	
A VECES	<input checked="" type="checkbox"/>
NUNCA	

7. ¿Considera suficientes las horas clases destinadas a la nivelación matemática de la asignatura Electromagnetismo para entender por completo los temas del Análisis Vectorial?

SI	
NO	<input checked="" type="checkbox"/>

¿POR QUÉ?

Porque no hay otra asignatura donde se abarquen esos contenidos

8. ¿Cuál hubiese sido su nivel de aprendizaje en la asignatura de Electromagnetismo, si hubiera contado con los recursos adecuados como vídeos tutoriales, que le permitan estudiar en su hogar u otro sitio diferente a la universidad?

MUY SATISFACTORIO	
SATISFACTORIO	<input checked="" type="checkbox"/>
POCO SATISFACTORIO	
NADA SATISFACTORIO	

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN

*"La educación no cambia el mundo:  
Cambia a las personas que van a cambiar el mundo"*  
Paulo Freire





## UNIVERSIDAD DE CUENCA

## FACULTAD DE FILOSOFÍA, LETRAS Y CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN

## CARRERA DE MATEMÁTICAS Y FÍSICA

Nombre: 

Estimado compañero/a:

El presente cuestionario tiene como finalidad recolectar datos importantes para realizar el trabajo de titulación, que consiste en la elaboración de videos tutoriales como apoyo a la base matemática del Electromagnetismo. En virtud a lo anterior, se le agradecerá de forma muy especial su predisposición para responder las preguntas que encontrará a continuación. No está demás enfatizar que los datos que usted exponga, serán tratados con profesionalismo, discreción y responsabilidad. Muchas gracias.

INSTRUCCIONES: Conteste las siguientes interrogantes con veracidad y honestidad de acuerdo a las experiencias que ha vivido como estudiante durante su vida estudiantil universitaria.

1. ¿Le gustaría contar con un canal propio en YouTube que perteneciera a la carrera de Matemáticas y Física que contenga videos que le ayuden a entender temas estudiados durante la carrera?

SI	<input checked="" type="checkbox"/>
NO	<input type="checkbox"/>

¿POR QUÉ?

Sería interesante

2. Cree Ud. que los videos tutoriales son una herramienta de apoyo que sirve para mejorar el aprendizaje.

SI	<input checked="" type="checkbox"/>
NO	<input type="checkbox"/>

3. En la propuesta se realizará videos e instructivos como apoyo a la base matemática del Electromagnetismo, en los cuales encontrará clases dadas por dos estudiantes, gráficas tridimensionales hechas en computadora y ejercicios adicionales. ¿Qué otro elemento sugiere que se puede incluir?

Consultas en línea

"La educación no cambia el mundo:  
Cambia a las personas que van a cambiar el mundo"  
Paulo Freire



4. Además de su libro de Electromagnetismo. ¿Señale qué otros recursos considera que lo apoyan en su aprendizaje del Análisis Vectorial? (Puede señalar más de una opción)

VÍDEOS	<input type="checkbox"/>	OTROS	<input type="checkbox"/>
DIAPOSITIVAS	<input type="checkbox"/>		
LIBROS ELECTRÓNICOS	<input checked="" type="checkbox"/>		
GRAFICADORAS ONLINE	<input type="checkbox"/>		

5. ¿Cuánto cree que hubiera contribuido a su aprendizaje el contar con vídeos sobre el Análisis Vectorial y ejercicios adicionales aplicados al Electromagnetismo?

BASTANTE	<input type="checkbox"/>
POCO	<input checked="" type="checkbox"/>
MUY POCO	<input type="checkbox"/>
NADA	<input type="checkbox"/>

6. Si Ud. Hubiese tenido a su disposición vídeos del Análisis Vectorial que contengan gráficas hechas en computadora, ¿los hubiese consultado para mejorar su comprensión del Electromagnetismo?

SIEMPRE	<input type="checkbox"/>
CASI SIEMPRE	<input type="checkbox"/>
A VECES	<input checked="" type="checkbox"/>
NUNCA	<input type="checkbox"/>

7. ¿Considera suficientes las horas clases destinadas a la nivelación matemática de la asignatura Electromagnetismo para entender por completo los temas del Análisis Vectorial?

SI	<input checked="" type="checkbox"/>
NO	<input type="checkbox"/>

¿POR QUÉ?

Son temas matemáticos que se  
distan en otras asignaturas o por lo  
menos eso es lo que dice el sílabo.

8. ¿Cuál hubiese sido su nivel de aprendizaje en la asignatura de Electromagnetismo, si hubiera contado con los recursos adecuados como vídeos tutoriales, que le permitan estudiar en su hogar u otro sitio diferente a la universidad?

MUY SATISFACTORIO	<input type="checkbox"/>
SATISFACTORIO	<input checked="" type="checkbox"/>
POCO SATISFACTORIO	<input type="checkbox"/>
NADA SATISFACTORIO	<input type="checkbox"/>

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN

*"La educación no cambia el mundo:  
Cambia a las personas que van a cambiar el mundo"*  
Paulo Freire



## REVISIÓN DOCUMENTAL



FICHA DE REGISTRO DE VALORACIONES POR UNIDAD DIDÁCTICA																					
UNIDAD DIDÁCTICA: Coordenadas Curvilíneas		A P R O V E C H A M I E N T O (ACTIVIDADES DE FIN DE TEMA)												EXÁMENES			P R O M . A C T I V I D .	P R O M . E X Á M E N E S	A U S E N C I A		
ASIGNATURA: Electromagnetismo															T O T A L	C O N C E P T O S	P R O C E S O S	T O T A L			
CICLO: Octavo																					
GRUPO: D		1.2.1.	1.2.2.	1.2.3.	1.2.4.	1.2.5.	1.2.6.	1.2.7.	1.2.8.												
Calificado sobre →		40	40	20	40	40	40	60	40						320	30	30	60	15	20	
N Ó M I N A		C A L I F I C A C I O N E S																			
Guamán Wilson		40	40	20	40	40	40	60	40						320	29	28	57	14	19	
Guanuche Luis		40	40	20	40	40	40	58	40						318	24	21	45	11	15	
López Diana		40	40	20	40	40	40	58	40						318	28	23	51	13	17	
Pastuisaca Nelson		40	40	20	40	40	40	60	40						320	22	28	50	13	17	
Romero Mónica		40	40	20	40	40	40	55	40						315	22	28	50	12	17	
JEFE DE GRUPO: Diana López																MAESTRO GUÍA: Dr. Santiago Avelillas					

FICHA DE REGISTRO DE VALORACIONES POR UNIDAD DIDÁCTICA																						
UNIDAD DIDÁCTICA: Cálculo Vectorial		A P R O V E C H A M I E N T O (ACTIVIDADES DE FIN DE TEMA)											EXÁMENES				P R O M . A C T I V I D .	P R O M . E X Á M E N E S	A U S E N C I A			
ASIGNATURA: Electromagnetismo		1.1.1 y 1.1.2	1.1.3 Sistema de Coord.	1.1.4. Dif. de V, S, L	1.1.5 Campo Escalar y V.	1.1.6 Dif. Vectorial	1.1.7	1.1.8	1.1.9	1.1.10	1.1.11	1.1.12	1.1.13	T O T A L	C O N C E P T O S	P R O C E S O S	T O T A L	P R O M . A C T I V I D .	P R O M . E X Á M E N E S	A U S E N C I A		
CICLO: VIII																						
GRUPO: D																						
Calificado sobre →		40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	480	30	30	60	15	20	A		
N Ó M I N A		C A L I F I C A C I O N E S																		S		
Guamán Wilson		40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40			480	26	25	51	13	17	
Guanuche Luis		40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40			480	23	22	45	11	15	
López Diana		40	40	40	40	40	40	40	38	40	40	38	40			476	26	24	50	13	17	
Pastuisaca Nelson		40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40			480	27	26	53	13	18	✓
Romero Mónica		40	38	38	40	40	40	40	40	40	40	40	40			476	20	21	41	10	14	✓
JEFE DE GRUPO: Diana López													MAESTRO GUÍA: Dr. Santiago Avelillas									



FICHA DE REGISTRO DE VALORACIONES POR UNIDAD DIDÁCTICA																			
UNIDAD DIDÁCTICA:	A P R O V E C H A M I E N T O (ACTIVIDADES DE FIN DE TEMA)										EXÁMENES				P R O M .	P R O M .	A		
Coor denadas Curviliñ											T	C	P	T	A	E			
ASIGNATURA:											O	O	P	O	C	N			
Electromagnetismo											A	N	R	A	C				
CICLO:											L	S	S	L	I				
Octavo															A				
GRUPO:															S				
C																			
Calificado sobre →	40	40	20	40	40	40	60	40				30	30	60	15	20			
N Ó M I N A	C A L I F I C A C I O N E S																		
Barrera Juan	40	40	20	40	40	40	60	40						320	18	23	11	10	14
López María	40	40	20	40	40	40	60	40						320	24	28	52	13	18
Sinchi Mauro	40	40	20	40	40	40	60	40						320	16	23	39	10	13
Zhumala Diana	40	40	20	40	40	40	60	38						318	27	28	55	14	18
JEFE DE GRUPO: María López										MAESTRO GUÍA: Dr. Santiago Avecillas									

FICHA DE REGISTRO DE VALORACIONES POR UNIDAD DIDÁCTICA																										
UNIDAD DIDÁCTICA:		A P R O V E C H A M I E N T O (ACTIVIDADES DE FIN DE TEMA)														EXÁMENES			P R O M .	P R O M .	A					
Cálculo Vectorial		1.1.1 - 1.1.2	1.1.3 Sist. de Coord	1.1.4 D. de y, s. L.	1.1.5 C.E y C.V	1.1.6 D.V	1.1.7 G. de un C.E.	1.1.8 D. de un C.V	1.1.9 R. de un C.V	1.1.10 Int. vect.	1.1.11 Int. de Línea	1.1.12 Int. de sy y	1.1.13 T. Int e I.V	T O T A L	C O N C E P T O S	P R O C E S O S	T O T A L	P R O M . A C T I V I D .	P R O M . E X Á M E N E S	A						
ASIGNATURA:																										
Electromagnetismo																										
CICLO:																										
Octavo																					30	30	60	15	20	A
GRUPO:																										
C																										
Calificado sobre →																										
		40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40													
N Ó M I N A		C A L I F I C A C I O N E S																			S					
Barrera Juan		40	39	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40				479	23	27	50	13	17	2			
López María		40	40	40	40	40	40	40	40	40	39	40	40				479	26	24	50	13	17				
Sinchi Mauro		40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40				480	24	30	54	14	18				
Zhunavla Diana		40	40	40	40	40	40	40	38	40	39	39	40				476	18	29	47	12	16	2			
JEFE DE GRUPO: María López															MAESTRO GUÍA: Dr. Santiago Avecillas											



FICHA DE REGISTRO DE VALORACIONES POR UNIDAD DIDÁCTICA																				
UNIDAD DIDÁCTICA: Coordenadas Curvilineas.		A P R O V E C H A M I E N T O (ACTIVIDADES DE FIN DE TEMA)										EXÁMENES				P R O M . A C T I V I D .	P R O M . E X Á M E N E S	A U S E N C I A		
ASIGNATURA: "Electromagnetismo.		1.2.1.T.D.C.	1.2.2.E.D.L.V.	1.2.3.O.C.C.	1.2.4.C.C.E.	1.2.5.O.S.C.C.	1.2.6.I.A.T.	1.2.7.T.C.C.M.	1.2.8.O.C.T.					T O T A L	C O N C E P T O S	P R O C E S O S	T O T A L			
CICLO: 8 <sup>vo</sup> Ciclo.																				
GRUPO: "B"																				
Calificado sobre →		40	40	40	40	40	40	60	40					320	30	30	60	15	20	
N Ó M I N A		C A L I F I C A C I O N E S																		A U S E N C I A
Garcés Karla.		38	40	30	40	33	40	38	40					314	22	24	46	11	15	
Gonzalez Juan		38	40	20	38	40	40	38	40					314	30	28	58	14	19	
Ortega Lucía		40	40	20	39	40	40	60	37					316	29	28	57	14	19	
Romero Vilma		40	40	20	40	40	38	60	38					316	28	28	56	14	19	
Sacaquirin Mateo.		40	40	20	40	40	40	60	38					314	23	28	51	13	17	
JEFE DE GRUPO: Garcés Villacís Karla Viviana										MAESTRO GUÍA: Doc. Santiago Avecillos J.										

FICHA DE REGISTRO DE VALORACIONES POR UNIDAD DIDÁCTICA																								
UNIDAD DIDÁCTICA: Cálculo Vectorial		A P R O V E C H A M I E N T O (ACTIVIDADES DE FIN DE TEMA)												EXÁMENES			P R O M . A C T I V I D .	P R O M . E X Á M E N E S	A U S E N C I A					
ASIGNATURA: Electromagnetismo	CICLO: 8 <sup>vo</sup> Ciclo.	GRUPO: "B"	Cálculo Vectorial AV	Sistema de Coordenadas	Diferenciales de V-S-L	Campo Escalar y Vectorial	Divergencia Vectorial	Gradiente de un Campo Escalar	DDUCV.	RDUCV	Integración Vectorial	Integración de Línea	IDSV DV.	Teoremas Integrales IV			T O T A L	C O N C E P T O S	P R O C E S O S	T O T A L				
Calificado sobre →			40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40			480	30	30	60	15	20		
N Ó M I N A			C A L I F I C A C I O N E S																					
Garcés Karla			40	40	39	40	40	40	40	40	39	39	40	35				472	11	17	28	7	9	7
Gonzalez Juan			40	40	40	40	40	40	40	40	39	39	40	40				478	24	30	54	13	18	7
Ortega Lucía			38	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	38				476	22	30	52	13	17	7
Romero Vilma			40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	38	40				478	22	19	41	10	14	7
Sacaquirin Mateo.			40	40	39	40	40	40	40	40	40	40	40	40				479	26	30	56	14	19	
JEFE DE GRUPO: Garcés Villacís Karla Viviana															MAESTRO GUÍA: Doc Santiago Avecillos J.									





FICHA DE REGISTRO DE VALORACIONES POR UNIDAD DIDÁCTICA																								
UNIDAD DIDÁCTICA:		A P R O V E C H A M I E N T O (ACTIVIDADES DE FIN DE TEMA)											EXÁMENES			P R O M .	P R O M .	A						
Cálculo Vectorial		1.1.1 y 1.1.2 Álgebra de vectores	1.1.3 Sistemas de coordenadas	1.1.4 Diferencia	1.1.5 Campo Escalar y vectorial	1.1.6 Diferenciación vectorial	1.1.7 Gradiente de un campo es.	1.1.8 Div. de un campo vectorial	1.1.9 Rot. de un campo vectorial	1.1.10 Integración vectorial	1.1.11 La integral de línea	1.1.12 Integrales de superficie y V.	1.1.13 Teoría integrales e I.				T O T A L	C O N C E P T O S	P R O C E S O S	T O T A L	A C T I V I D .	E X Á M E N E S	S E N C I A	
ASIGNATURA:																								
Electromagnetismo																								
CICLO:																								
8vo																								
GRUPO:																								
"A"																								
Calificado sobre →		40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40				480	30	30	60	15	20		
N Ó M I N A		C A L I F I C A C I O N E S																						
Bajaña Carlos		40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40				480	20	22	42	11	14	27	
Morocho René		40	40	40	40	40	40	40	40	38	40	38	40				476	18	25	43	11	14	21	
Rojas Irma		40	38	38	40	40	40	40	40	40	40	40	40				476	20	30	50	12	17		
Tapia Natalia		40	40	40	38	40	40	40	40	40	40	40	40				478	24	23	47	12	16		
JEFE DE GRUPO: Natalia Tapia												MAESTRO GUÍA: Alberto Santiago Aucillas.												

FICHA DE REGISTRO DE VALORACIONES POR UNIDAD DIDÁCTICA																				
UNIDAD DIDÁCTICA:	A P R O V E C H A M I E N T O (ACTIVIDADES DE FIN DE TEMA)												EXÁMENES			P R O M .	P R O M .	A		
Coordenadas Curvilíneas	1.2.1 Transformación de Coord.	1.2.2 Elementos de línea y Vol.	1.2.3 Operaciones en Coord. curvilíneas	1.2.4 Coord. Curvilíneas especiales	1.2.5 Otros sistemas de Coord.	1.2.6 Introducción a tensores	1.2.7 Tensores en coordenadas	1.2.8 Operaciones en tensores						T O T A L	C O N C E P T O S	P R O C E S O S	T O T A L	P R O M .	P R O M .	A
ASIGNATURA:																				
CICLO:																				
GRUPO:																				
Calificado sobre →	40	40	20	40	40	40	60	40						320	30	30	60	15	20	A
N Ó M I N A	C A L I F I C A C I O N E S																			S
Bajaña Carlos	40	40	20	40	40	40	58	40						348	23	20	43	11	14	
Morocho René	40	40	20	40	40	40	60	40						320	26	21	47	12	16	
Rojas Irma	40	40	20	40	40	40	60	40						320	27	24	51	13	17	Γ
Tapia Natalia	40	40	20	40	40	40	60	36						316	27	17	44	11	15	
JEFE DE GRUPO:	Natalia Tapia												MAESTRO GUÍA: Alberto Santiago Aucillas Jara.							



FICHA DE REGISTRO DE VALORACIONES POR UNIDAD DIDÁCTICA																							
UNIDAD DIDÁCTICA: Cálculo Vectorial		A P R O V E C H A M I E N T O (ACTIVIDADES DE FIN DE TEMA)												EXÁMENES			P R O M . A C T I V I D .	P R O M . E X Á M E N E S	A U S E N C I A S				
ASIGNATURA: Electromagnetismo		Álgebra de Vectores	Sistemas de Coordenadas	Diferenciales $\nabla$ , $\nabla \cdot$ y $\nabla \times$	Campos Escalares y Vectoriales	Diferenciación Vectorial	Gradiente de un Escalar	Divergencia de un C. Vectorial	Rotacional de un C. Vectorial	Integración Vectorial	Integral de línea	Integrales de $\nabla$ y $\nabla \times$	Teoremas integrales				T O T A L	C O N C E P T O S	P R O C E S O S	T O T A L			
CICLO: 7 <sup>mo</sup>																							
GRUPO: "C"																							
Calificado sobre $\rightarrow$		40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40				480	10	30	40			
N Ó M I N A		C A L I F I C A C I O N E S																					
Fajardo Diego		40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40				480	4	12	16	6	8	2
Morochó Dáysy		40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40				480	7	30	37	14	19	
Moscoso Luis		40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40				480	6	21	27	10	14	
JEFE DE GRUPO: Dáysy Morochó														MAESTRO GUÍA: ASAJ									

FICHA DE REGISTRO DE VALORACIONES POR UNIDAD DIDÁCTICA																					
UNIDAD DIDÁCTICA: Coordenadas Curvilíneas		A P R O V E C H A M I E N T O (ACTIVIDADES DE FIN DE TEMA)										EXÁMENES				P R O M . A C T I V I D .	P R O M . E X Á M E N E S	A U S E N C I A S			
ASIGNATURA: Electromagnetismo		Transformación de Cor.	Elementos de L y D	Derivaciones en Cor. Gta	Coordenadas Cor. Esféricas	Otros sistemas de Cor. Gta	Introducción a tensores	Tensores. Cont. Covariantes	Operaciones con Tensores						T O T A L	C O N C E P T O S	P R O C E S O S	T O T A L	15	20	
CICLO: Septimo																					
GRUPO: "C"																					
Calificado sobre →		40	40	20	40	40	40	70	90						380	10	30	40			
N Ó M I N A		C A L I F I C A C I O N E S																		A U S E N C I A S	
Fajardo Diego		40	40	20	40	40	40	70	90						380	6	12	18	7	19	2
Morochó Dáysy		40	40	20	40	40	40	70	90						380	9	22	31	12	16	
Moscoso Luis		40	40	20	40	40	40	70	90						380	10	11	21	8	11	2
JEFE DE GRUPO: Dáysy Morochó		MAESTRO GUÍA: ASAJ																			





FICHA DE REGISTRO DE VALORACIONES POR UNIDAD DIDÁCTICA																						
UNIDAD DIDÁCTICA: Coordenadas Curvilíneas		A P R O V E C H A M I E N T O (ACTIVIDADES DE FIN DE TEMA)										EXÁMENES			P R O M · A C T I V I D ·	P R O M · E X Á M E N E S	A U S E N C I A					
ASIGNATURA:		Trans de Coordenadas	Elementos de línea y v	Operaciones en c.c	Coordenadas c.especiales	Otros sistemas c.c	Introducción a tensores	Tensores c.c.mixtos	Operaciones con tensores							T O T A L	C O N C E P T O S	P R O C E S O S	T O T A L			
CICLO:																						
GRUPO: "B"																						
Calificado sobre →		40	40	20	40	40	40	70	90							380	10	30	40	15	20	
N Ó M I N A		C A L I F I C A C I O N E S																			A	
Cedeño Ritha		40	40	20	40	40	40	70	90							380	9	26	35	13	18	
Farez Juan		40	40	20	40	40	40	70	90							380	9	12	21	8	11	
León Pedro		40	40	20	40	40	40	70	90							380	8	12	20	8	10	
Uzhca Erika		40	40	20	40	40	40	70	90							380	9	30	39	15	20	
JEFE DE GRUPO: Erika Uzhca										MAESTRO GUÍA: Alberto Santiago Avecillas Jara												

FICHA DE REGISTRO DE VALORACIONES POR UNIDAD DIDÁCTICA																						
UNIDAD DIDÁCTICA: Cálculo vectorial		A P R O V E C H A M I E N T O (ACTIVIDADES DE FIN DE TEMA)												EXÁMENES			P R O M · A C T I V I D ·	P R O M · E X Á M E N E S	A U S E N C I A S			
ASIGNATURA: Electromagnetismo	CICLO: Séptimo	Algebra de vectores	Sistemas de coordenadas	Diferenciales de v.s.1	C-escalar y c-vectorial	Diferenciación vectorial	Gradiente c-escalar	Divergencia c-vectorial	Rotacional c-vectorial	Integración vectorial	La integral de línea superior y volumen	Integrales volumen	Teoremas integrales							T O T A L	C O N C E P T O S	P R O C E S O S
GRUPO: "B"	Calificado sobre →																40	40	40			
N Ó M I N A		C A L I F I C A C I O N E S																				
Cedeño Ritha		40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40				480	5	26	31	12	16
Farez Juan		40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40				480	4	22	26	10	13
León Pedro		40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40				480	4	23	27	10	14
Uzhca Erika		40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	38	40				478	9	30	39	15	20
JEFE DE GRUPO: Erika Uzhca		MAESTRO GUÍA: Alberto Santiago Avecillas Jara																				



FICHA DE REGISTRO DE VALORACIONES POR UNIDAD DIDÁCTICA																			
UNIDAD DIDÁCTICA: Coordenadas Curvilineas		A P R O V E C H A M I E N T O (ACTIVIDADES DE FIN DE TEMA)										EXÁMENES				P R O M . A C T I V I D .	P R O M . E X Á M E N E S	A U S E N C I A	
ASIGNATURA: Electromagnetismo	Transformación de coordenadas Elementos de línea y volumen Operaciones en coordenadas Coordenadas curvilineas e. Otros sistemas de coordenadas Introducción a tensores Tensores conservativos, $\epsilon, \mu$ Operaciones con tensores											T O T A L	C O N C E P T O S	P R O C E S O S	T O T A L				
CICLO: 7 <sup>mo</sup>																			
GRUPO: "A"																			
Calificado sobre →		40	40	20	40	40	40	40	40	40			380	10	30	40	15	20	
N Ó M I N A		C A L I F I C A C I O N E S																	S
Wilson Guaman		40	40	20	40	40	40	40	40					380	8	25	33	12	17
Lenin Huaraca		40	40	20	40	40	40	40	40				380	8	10	18	7	09	
Rita Ordóñez		40	40	20	40	40	40	40	40				380	6	22	28	11	14	
Omar Shucozañay		40	40	20	40	40	40	40	40				380	9	15	24	9	12	
JEFE DE GRUPO: Rita Ordóñez										MAESTRO GUÍA:									

FICHA DE REGISTRO DE VALORACIONES POR UNIDAD DIDÁCTICA																					
UNIDAD DIDÁCTICA: <i>Cálculo Vectorial</i>		A P R O V E C H A M I E N T O (ACTIVIDADES DE FIN DE TEMA)												EXÁMENES				P R O M . A C T I V I D .	P R O M . E X Á M E N E S	A U S E N C I A	
ASIGNATURA: <i>Electromagnetismo</i>		Álgebra de vectores.	Sistemas de coordenadas.	Diferenciales de V, S, L.	Campo Escalar y Campo Vectorial	Diferenciación Vectorial.	Gradiente de un campo Escalar.	Divergencia de un campo Vectorial.	Rotacional de un campo Vectorial.	Integración Vectorial.	La integral de línea.	Integrales de superficie y Volumen.	Tenores, integrales e identidad.			T O T A L	C O N C E P T O S	P R O C E S O S	T O T A L		
CICLO: <i>7<sup>mo</sup></i>																					
GRUPO: <i>"A"</i>																					
Calificado sobre →		40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	0			480	10	30	40	15
N Ó M I N A		C A L I F I C A C I O N E S																	S		
<i>Wilson Guoman</i>		40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40				480	8	26	34	13
<i>Lenin Huaraca</i>		40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40				480	5	16.	21	8
<i>Rita Ordóñez</i>		40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40				480	2	20	22	8
<i>Omar Shucozañay</i>		40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40				480	8	30	38	14
																					2
JEFE DE GRUPO: <i>Rita Ordóñez</i>										MAESTRO GUÍA:											





FICHA DE REGISTRO DE VALORACIONES POR UNIDAD DIDÁCTICA																				
UNIDAD DIDÁCTICA:		A P R O V E C H A M I E N T O (ACTIVIDADES DE FIN DE TEMA)										EXÁMENES				P R O M .	P R O M .	A		
ASIGNATURA:												T	C	P	T	A C T I V I D .	E X Á M E N E S	A		
CICLO:												O	O	O	A					
GRUPO:												A	CON	PRO	T					
Calificado sobre →		1.2.1	1.2.2	1.2.3	1.2.4	1.2.5	1.2.6	1.2.7	1.2.8			L	CEPTOS	CESOS	A					
		40	40	20	40	40	40	60	40				320	30	30	60	15	20		
N Ó M I N A		C A L I F I C A C I O N E S																	S	
Barrera Jorge		36	40	20	40	40	40	60	40				316	27	28	55	14	18	Γ	
Chalco Freddy		38	40	20	40	40	40	60	40				318	18	20	38	9	13		
Coyogo Zulema		40	40	20	38	40	40	60	40				318	22	23	45	11	15		
Moracho Erika		40	40	20	40	40	40	60	40				320	26	28	54	14	18		
Rugel Bryan		32	32	16	32	40	40	60	40				292	22	24	46	10	15	Π	
JEFE DE GRUPO:		Erika Moracho										MAESTRO GUÍA:								A.S.A.J.

FICHA DE REGISTRO DE VALORACIONES POR UNIDAD DIDÁCTICA																					
UNIDAD DIDÁCTICA:		A P R O V E C H A M I E N T O (ACTIVIDADES DE FIN DE TEMA)												EXÁMENES				P R O M .	P R O M .	A	
ASIGNATURA:														T O T A L	C O N C E P T O S	P R O C E S O S	T O T A L	A C T I V I D .	E X Á M E N E S	S	
CICLO:																				C	
GRUPO:																				I	
Calificado sobre →		40	40	20	40	40	40	60	40						320	30	30	60	15	20	A
N Ó M I N A		C A L I F I C A C I O N E S																		S	
Carpio Edwin		40	40	20	40	40	40	60	39						319	29	23	52	13	17	
Chuguiganga Carlos		40	40	20	40	36	40	60	35						311	24	01	25	6	8	
López Blanca		38	40	20	39	40	40	60	40						317	28	25	53	13	18	
Ortiz Galo		40	40	40	40	40	40	60	40						320	24	20	44	11	15	
JEFE DE GRUPO: Blanca Elba López Toledo														MAESTRO GUÍA: Dr. Santiago Avecillas							



FICHA DE REGISTRO DE VALORACIONES POR UNIDAD DIDÁCTICA																								
UNIDAD DIDÁCTICA:		A P R O V E C H A M I E N T O (ACTIVIDADES DE FIN DE TEMA)												EXÁMENES			P R O M .	P R O M .	A					
Cálculo Vectorial		1.1.1 y 1.1.2	1.1.3 Dio. de Coord.	1.1.4 Dif. de V; S; L.	1.1.5 Dif. Vectorial	1.1.6 Campo Escalar	1.1.7 Gradiente	1.1.8 Divergencia	1.1.9 Rotacional	1.1.10 Integración V.	1.1.11 Integral de línea	1.1.12 Integr. de SV	1.1.13 Teoremas Int.				T O T A L	C O N C E P T O S	P R O C E S O S	T O T A L	A C T I V I D A D E S	E X Á M E N E S	U S E N C I A	
ASIGNATURA:																								
Electromagnetismo																								
CICLO:																								
Octavo																								
GRUPO:																								
G																								
Calificado sobre →		40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40				480	30	30	60	15	20		
N Ó M I N A		C A L I F I C A C I O N E S																				S		
Carpio Edwin		40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40				480	24	25	49	12	16		
Chuquiguanga Carlos		40	40	40	40	40	38	40	40	40	39	39	40				476	22	16	38	9	13		
López Blanca		40	40	40	40	40	40	39	39	40	40	39	38				475	23	19	42	10	14		
Ortiz Galo		40	40	40	40	40	38	40	40	39	40	40	40				477	19	20	39	10	13		
JEFE DE GRUPO: Blanca Elisa López Toledo												MAESTRO GUÍA: Dr. Santiago Avelillas												

FICHA DE REGISTRO DE VALORACIONES POR UNIDAD DIDÁCTICA																					
UNIDAD DIDÁCTICA:		A P R O V E C H A M I E N T O (ACTIVIDADES DE FIN DE TEMA)												EXÁMENES				P R O M .	P R O M .	A	
Coordenadas Curvilíneas		1.2.1	1.2.2	1.2.3	1.2.4	1.2.5	1.2.6	1.2.7	1.2.8						T O T A L	C O N C E P T O S	P R O C E S O S	T O T A L	P R O M . A C T I V I D .	P R O M . E X Á M E N E S	A
ASIGNATURA:																					
Electromagnetismo																					
CICLO:																					
Octavo																					
GRUPO:																					
F																					
Calificado sobre →		40	40	20	40	40	40	60	40						320	30	30	60	15	20	A
N Ó M I N A		C A L I F I C A C I O N E S																		S	
Chacón Jean		37	40	18	38	40	40	60	40						313	21	21	42	11	14	
Duchi Karen		40	38	19	40	40	40	58	40						315	29	28	57	14	19	
Peñaranda Kleber		38	40	18	40	40	40	59	40						315	28	28	56	14	19	
Rivera Christian		36	40	18	40	40	34	52	40						300	23	28	51	12	17	
Sanguinima Jessenia		35	38	18	35	40	40	60	40						306	26	20	46	11	15	
JEFE DE GRUPO: Duchi Karen.										MAESTRO GUÍA: Dr. Santiago Avelillas.											





FICHA DE REGISTRO DE VALORACIONES POR UNIDAD DIDÁCTICA																							
UNIDAD DIDÁCTICA: Cálculo Vectorial		A P R O V E C H A M I E N T O (ACTIVIDADES DE FIN DE TEMA)												EXÁMENES			P R O M . A C T I V I D .	P R O M . E X Á M E N E S	A U S E N C I A S				
ASIGNATURA: Electromagnetismo.		1.1.1 y 1.1.2	1.1.3	1.1.4	1.1.5	1.1.6	1.1.7	1.1.8	1.1.9	1.1.10	1.1.11	1.1.12	1.1.13	T O T A L	C O N C E P T O S	P R O C E S O S	T O T A L	P R O M . A C T I V I D .	P R O M . E X Á M E N E S	A U S E N C I A S			
CICLO: Octavo.																							
GRUPO: II																							
Calificado sobre →		40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40				480	30	30	60	15	20	
N Ó M I N A		C A L I F I C A C I O N E S																			S		
Chacón Jean		39	30	30	35	35	40	37	40	35	38	35	38				432	19	20	39	9	13	r
Duchi Karen		40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	38	38				476	26	22	48	12	16	
Peñaranda Kleber		40	40	40	38	40	40	40	40	40	40	38	40				476	18	18	36	9	12	r
Rivera Christian		35	35	35	35	38	40	40	40	35	35	38	35				441	21	24	45	11	15	
Sanguinista Jessenia		40	38	35	40	40	37	37	35	35	35	40	39				461	18	17	35	8	12	
JEFE DE GRUPO: Duchi Karen.														MAESTRO GUÍA: Dr. Santiago Azevilas.									

FICHA DE REGISTRO DE VALORACIONES POR UNIDAD DIDÁCTICA																					
UNIDAD DIDÁCTICA:		A P R O V E C H A M I E N T O (ACTIVIDADES DE FIN DE TEMA)												EXÁMENES			P R O M .	P R O M .	A		
ASIGNATURA:		1.1.1 y 1.1.2	1.1.3	1.1.4	1.1.5	1.1.6	1.1.7	1.1.8	1.1.9	1.1.10	1.1.11	1.1.12	1.1.13	T O T A L	C O N C E P T O S	P R O C E S O S	T O T A L	A C T I V I D .	E X Á M E N E S	A	
CICLO:																					
GRUPO:																					
Calificado sobre →		40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	480	30	30	60	15	20	A	
N Ó M I N A		C A L I F I C A C I O N E S																			S
Barrera Jorge		40	35	35	40	38	40	40	40	40	40	40	40		468	24	27	51	12	17	π
Chalco Freddy		40	40	37	40	40	40	40	40	40	40	38	40	34	469	17	22	39	10	13	Γ
Cayaga Zulema		40	38	37	35	36	40	40	40	40	40	40	40		466	18	28	46	11	15	Γ
Moracho Erika		40	40	40	35	40	40	40	40	40	35	35	40	40	465	21	28	49	12	16	Γ
Rugel Bryan		40	33	35	40	40	40	40	40	40	40	40	32		460	24	20	44	11	15	π
JEFE DE GRUPO: Erika Gabriela Moracho		MAESTRO GUÍA:																			